Smart Software Solutions

EQUIPO DEL PROYECTO:

Alberto García Hernández

Juan Abascal Sánchez

Carlos Olivares Sánchez Manjavacas

Daniel González de la Hera

Carlos Tormo Sánchez

Grupo 1

Doble grado en: Ingeniería Informática y ADE

Dirección de Proyectos del Desarrollo del Software

Colmenarejo, España. Feb. 2017

Índice general

Índice general **1**
I. Página de Estado del Documento . . . 6
I.1. Registro de cambios . . . 6
II. Página de Estado del Documento . . . 7
II.1. Registro de cambios . . . 7

1 Estudio de Viabilidad del Sistema **9**
I. Establecimiento del Alcance del Sistema . . . 9
I.1. Valoración del Estudio de la Situación Actual . . . 9
I.2. Identificación del alcance del sistema . . . 10
I.3. Identificación de los interesados en el sistema: Stakeholders . . . 11
II. Estudio de la Situación Actual . . . 12
II.1. Valoración del Estudio de la Situación Actual . . . 13
II.2. Realización del Diagnostico de la Situación Actual . . . 14
II.3. Requisitos de interfaz . . . 15
III. Requisitos . . . 18
III.1. Requisitos funcionales . . . 20
III.2. Requisitos no funcionales . . . 34
IV. Estudio de las alternativas de solución . . . 40
IV.1. Subsistemas de alternativa única . . . 41
IV.2. Alternativa I . . . 42
IV.3. Alternativa II . . . 44
IV.4. Alternativa III . . . 46
V. Valoración de las alternativas . . . 49
V.1. Gestión de riesgo . . . 49
V.2. Viabilidad económica . . . 50
VI. Selección de la solución . . . 51
VI.1. Selección de la solución a cada subsistema . . . 51
VI.2. Selección de la solución global . . . 54
VII. Glosario de términos . . . 54

2 Oferta **57**
I. Introducción . . . 58
I.1. Objetivos de la propuesta . . . 58
I.2. Finalidad del trabajo a realizar . . . 58
I.3. Sobre S3 . . . 58

II. Objetivos del sistema a desarrollar . . . 59
II.1. Descripción del sistema . . . 59
II.2. Ventajas del sistema . . . 60
III. Metodología de trabajo . . . 62
III.1. Metodología a seguir . . . 62
IV. Equipo de trabajo . . . 64
IV.1. Procedimiento de estimación de recursos . . . 64
IV.2. Equipo de trabajo . . . 64
IV.3. Organigrama del equipo . . . 65
IV.4. Organización de los trabajos . . . 65
V. Organización de los trabajos . . . 66
VI. Planificación . . . 68
VI.1. Gantt . . . 68
VI.2. Método de seguimiento y control de desviaciones . . . 69
VII. Recursos . . . 70
VII.1. Currículos . . . 70
VII.2. Capacidad técnica y de gestión . . . 75
VIII. Presupuesto . . . 76

3 Costes **79**
I. Introducción . . . 80
II. Cálculo de Costes . . . 80
II.1. Resumen del personal a cargo . . . 80
II.2. Salarios de los empleados . . . 81
II.3. Equipos informáticos . . . 81
II.4. Herramientas del software . . . 82
II.5. Material fungible . . . 82
II.6. Material de pruebas . . . 83
II.7. Viajes y dietas . . . 83
II.8. Costes indirectos . . . 84
III. Costes totales . . . 84

4 Diagrama Final de Casos de uso y Matriz de trazabilidad **87**
I. Actores . . . 87
II. Diagrama de casos de uso . . . 87
III. Matriz de trazabilidad . . . 88

5 Casos de uso de alto nivel **93**
I. Formato de los casos de uso de alto nivel . . . 93
II. Casos de uso de alto nivel . . . 94

6 Priorización de casos de uso **99**
I. Introducción . . . 99
II. Características de la priorización . . . 99
III. Cálculo de la Priorización . . . 101

7 Estimación **103**
I. Puntos de caso de uso sin ajustar . . . 103

8 Planificación **109**
I. Planificación Gantt . . . 109
II. Planificación PERT . . . 115
III. Conclusión . . . 116

9 Plan de Gestión de Calidad **117**
I. Introducción . . . 117
II. Establecimiento del Plan de Gestión de Riesgos . . . 117
II.1. Identificación de Riesgos . . . 117
II.2. Análisis de Riesgos . . . 128
II.3. Prevención de Riesgos y Elaboración del Plan de Contingencia . . . 130
II.4. Monitorización y Control de Riesgos . . . 140
II.5. Planificación de la Gestión de Riesgos . . . 141
II.6. Impacto en el Coste del Sistema . . . 141
III. Especificación detallada del Plan de Aseguramiento de Calidad para el Sistema de Información . 141
III.1. Contenido del Plan de Aseguramiento de Calidad para el Sistema de Información . . . 141
IV. Revisión del Análisis de Consistencia . . . 142
IV.1. Revisión del Catálogo de Requisitos . . . 142
V. Registro de la Aprobación del Análisis del Sistema . . . 142
V.1. Registro de la Aprobación del Análisis del Sistema de la Información . . . 142
VI. Revisión de la Verificación de la Arquitectura del Sistema . . . 143
VI.1. Revisión de la Consistencia entre Productos del Diseño . . . 143
VI.2. Registro de la Aceptación de la Arquitectura del Sistema . . . 143
VII. Registro de la Aprobación del Diseño del Sistema de Información . . . 143
VII.1. Registro de la Aprobación del Sistema de Información . . . 143

10 Informe de seguimiento 1 **145**
I. Cálculo de la Priorización . . . 145
I.1. Propósito y alcance del proyecto . . . 145
I.2. Acrónimos y definiciones . . . 145
II. Progreso actual del proyecto . . . 146
II.1. Tareas Finalizadas . . . 146
II.2. Actividades en marcha . . . 146
II.3. Actividades a comenzar . . . 147
II.4. Grado de avance del proyecto . . . 147
III. Cálculo de la Priorización . . . 148
III.1. Personal . . . 148
III.2. Recursos acumulados . . . 152
IV. Retrasos . . . 154
V. Análisis de riesgos . . . 154
V.1. Análisis Cualitativo . . . 157
VI. Cálculo de la Priorización . . . 158
VII. Conclusiones . . . 161

VII.1. Minus . . . 161
VII.2. Interesting . . . 161
VII.3. Plus . . . 161

11 Plan General de Configuración **163**
I. Introducción . . . 163
I.1. Propósito del plan . . . 163
I.2. Alcance . . . 163
I.3. Definiciones y acrónimos . . . 163
II. Especificaciones de requisitos . . . 165
II.1. Organización . . . 165
II.2. Responsabilidades . . . 165
II.3. Políticas, directivas y procedimientos aplicables . . . 166
III. Actividades de gestión de configuración . . . 166
III.1. Identificación de la configuración . . . 167
III.2. Control de cambios en la configuración . . . 173

12 Casos de Uso en formato Extendido **177**
I. Formato de los Casos de Uso en formato Expandido . . . 177
II. Actores . . . 177
III. Iteraciones . . . 178
IV. Casos de Uso en formato Expandido . . . 179
IV.1. Casos de Uso en formato Expandido de la Primera Iteración . . . 180
IV.2. Casos de Uso en formato Expandido de la Segunda Iteración . . . 185
IV.3. Casos de Uso en formato Expandido de la Tercera Iteración . . . 190

13 Modelo Conceptual **195**
I. Modelo de Clases . . . 196

14 Diagramas de Secuencia **215**
I. Diagramas de secuencia de la Iteración I . . . 215
II. Diagramas de secuencia de la Iteración II . . . 217

15 Contratos de operación **221**

16 Diagrama de estados **239**

17 Informe de seguimiento 2 **241**
I. Cálculo de la Priorización . . . 241
I.1. Propósito y alcance del proyecto . . . 241
I.2. Acrónimos y definiciones . . . 241
II. Progreso actual del proyecto . . . 242
II.1. Tareas Finalizadas . . . 242
II.2. Actividades en marcha . . . 242
II.3. Actividades a comenzar . . . 243
II.4. Grado de avance del proyecto . . . 243
III. Cálculo de la Priorización . . . 244

III.1. Personal . . . 244
III.2. Recursos acumulados . . . 251
IV. Retrasos . . . 253
V. Análisis de riesgos . . . 253
V.1. Análisis Cualitativo . . . 256
VI. Cálculo de la Priorización . . . 257
VII. Conclusiones . . . 260
VII.1. Plus . . . 260
VII.2. Minus . . . 260
VII.3. Interesting . . . 260

18 Estado Actual del Plan de Gestión de la Configuración **261**
I. Definición de los EC hasta el momento . . . 261
II. Definición de las relaciones de los actuales EC . . . 262
II.1. Relaciones de sucesión . . . 262
II.2. Relaciones de derivación . . . 262
II.3. Relaciones de dependencia . . . 262
II.4. Relaciones de variante . . . 263
II.5. Relaciones de composición . . . 263
III. Definición de las líneas base actuales . . . 263

Índice de figuras **264**

Índice de cuadros **265**

Bibliografía **275**

I Página de Estado del Documento

I.1 Registro de cambios

Versión	Fecha	Resumen de Cambios
0.-	20/02/2017	Primer borrador del documento de Oferta.
1.1	21/02/2017	Detección de errores del borrador en la reunión del equipo.
1.2	24/02/2017	Corrección de los casos de uso.
1.3	26/02/2017	Presupuesto final utilizando los costes.
2.1	28/02/2017	Se añade el apéndice A con la estimación por puntos de casos de uso.
2.2	02/03/2017	Resolución de faltas ortográficas y expresiones
2.3	03/03/2017	Documento definitivo a entregar.
3.1	10/03/2017	Primera revisión de calidad del documento. Corrección de fallos menores.
3.2	12/03/2017	Corrección del presupuesto para la coincidencia con el documento de costes.
3.3	13/03/2017	Documento definitivo a entregar.

Cuadro 0.1: Registro de cambios.

II Página de Estado del Documento

II.1 Registro de cambios

Versión	Fecha	Resumen de Cambios
0.-	20/02/2017	Primer borrador del documento de Costes.
1.1	21/02/2017	Detección de errores del borrador en la reunión del equipo.
1.2	24/02/2017	Corrección de los casos de uso.
1.3	26/02/2017	Presupuesto final utilizando los costes.
2.1	28/02/2017	Se añade el apéndice A con la estimación por puntos de casos de uso.
2.2	02/03/2017	Resolución de faltas ortográficas y expresiones
2.3	03/03/2017	Documento definitivo a entregar.
3.1	10/03/2017	Primera revisión de calidad del documento. Corrección de fallos menores.
3.2	11/03/2017	Explicación detallada de cada una de las tablas de gastos. Revisión de los gastos estimados.
3.3	15/03/2017	Inclusión de la tabla de costes totales que será uasada en el documento de Oferta.
3.4	16/03/2017	Documento definitivo a entregar.

Cuadro 0.2: Registro de cambios.

Capítulo 1

Estudio de Viabilidad del Sistema

I Establecimiento del Alcance del Sistema

I.1 Valoración del Estudio de la Situación Actual

La empresa CARSAFETY tiene la necesidad de contratar el desarrollo de un sistema avanzado de seguridad en automóviles, el cual debe incluir: un control del punto ciego, un aviso de cambio de carril, una alerta de velocidad, una alerta por pérdida de atención, una llamada automática de emergencia y una alerta de precolisión. Para poder alcanzar correctamente dichas capacidades, será necesario definir cada uno de los objetivos y restricciones que puedan afectar al desarrollo del sistema.

Existen varios objetivos que se desean cumplir con el desarrollo del proyecto:

- Aumentar la seguridad en la conducción.
- Diferenciar a CARSAFETY de otras empresas gracias a incorporar este novedoso software.
- Desarrollar un producto software de calidad que se ajuste lo máximo posible a las necesidades del usuario.

En las primeras conversaciones con el cliente no se han establecido restricciones económicas. Se le ha presentado un presupuesto orientativo para que tenga una noción sobre el coste que tiene desarrollar el software y éste ha sido aprobado. Además, el cliente es consciente y ha sido informado de que si durante el desarrollo del proyecto van surgiendo costes adicionales que no se habían contemplado en un principio, será necesario aumentar los costes iniciales previstos.

Durante el desarrollo del software no se espera encontrar ninguna restricción legal que pueda afectar a la implementación del software ya que siempre trabajamos dentro del ámbito legal. En el caso de encontrar algún problema legal durante el desarrollo del proyecto se consultará con abogados y se procederá según sea conveniente.

También se han tenido en cuenta las restricciones operativas y técnicas que puedan aparecer. Tras realizar un estudio exhaustivo de las necesidades del cliente, podemos afirmar que, por el momento, no existen restricciones de este ámbito. Si durante el desarrollo del proyecto se detecta que hay restricciones técnicas y operativas se realizarán reuniones con el cliente para intentar solucionarlas y ajustar el proyecto.

I.2 Identificación del alcance del sistema

En este apartado, se explicarán las capacidades que va a tener el sistema desarrollado para poder resolver correctamente las necesidades que el cliente, CARSAFETY, ha planteado. Debido a que vamos a desarrollar un producto que sólo va a ser implantado en los vehículos que fabrica CARSAFETY, no se plantea la posibilidad de que el sistema sea escalable a otros. Si otras empresas quisieran implementar también el software, bajo la aprobación de CARSAFETY, serían ellas las que tendrían que adaptar sus vehículos al software.

El sistema tiene que proporcionar una solución de seguridad al conductor que cubra los siguientes puntos: un control del punto ciego, un aviso de cambio de carril, una alerta de velocidad, una alerta por pérdida de atención, una llamada automática de emergencia y una alerta de precolisión.

A continuación, se identifican las capacidades generales que tiene que contener cada uno de los subsistemas definidos:

- **Control del punto ciego**

  Este problema consiste en la imposibilidad identificar a los vehículos que se van acercando, ya que cuando un vehículo se encuentra detrás y al lado de otro automóvil, no es posible identificarlo correctamente con ninguno de los espejos disponibles. Para poder gestionar correctamente el punto ciego, se instalarán cámaras en la parte trasera del automóvil que permitan vigilar lo que sucede en la parte trasera del vehículo. El sistema software analizará cada una de las imágenes de la cámara y en caso de que no haya ningún vehículo en esta zona, se notificará al conductor a través de los espejos retrovisores.

- **Cambio de carril**

  Cuando el conductor se encuentra circulando, de forma inconsciente, hay veces en que se aproxima demasiado al carril contrario, cruzando la línea que lo delimita llegando a invadirlo completamente. Se instalará una cámara detrás del espejo retrovisor del vehículo, la cual enviará al software imágenes de manera continua, y cuando el vehículo se esté aproximando a la línea de delimitación del carril, el software avisará al conductor mediante una vibración en el volante. Para poder determinar si el conductor está cambiando de carril, el software registrará los movimientos del volante así como la velocidad y trayectoria del vehículo. El sistema sólo funcionará cuando el conductor alcance velocidades propias de una autopista (mínimo 60 km/h) y se desactivará si se utiliza el intermitente.

- **Alertas de velocidad**

  Superar el límite de velocidad es una de las principales causas de accidentes de tráfico, ya sea por distracción del conductor o por el desconocimiento del límite de velocidad asociado a la carretera, entre otros. Para poder reducir los accidentes provocados por superar el límite de velocidad, el software reconocerá las imágenes de las señales de tráfico que recibirá procedentes de una cámara colocada en la parte delantera del vehículo, para poder informar constantemente al conductor de cuál es el límite de velocidad de la carretera por la que se encuentra circulando.

- **Pérdida de atención**

  Para evitar que el conductor se quede dormido al volante, cada vez que se encienda el motor, se activará un algoritmo encargado de medir la posición de los párpados del conductor. Además, el motor del coche, enviará una señal al volante para que mida la presión que el conductor ejerce sobre el volante. La cámara será la encargada de decidir si estos valores son anormales y, en tal caso, enviar una señal acústica procedente del altavoz al conductor para que se despierte. Si la señal acústica se activa, pasados treinta milisegundos se vuelvan a tomar los datos. Este proceso puede repetirse hasta tres veces seguidas, de tal manera que,

cuando la cámara detecte que los párpados se están abriendo, la señal acústica parará y se avisará al motor que la señal se ha desactivado. Si pasados los tres ciclos y treinta milisegundos, el conductor sigue dormido, el motor se detiene progresivamente y encendiendo las luces de emergencia. Cuando se haya detenido completamente, se activará de forma automática el freno de mano. En el caso de que la cámara considera que los datos son normales, es decir, que el conductor no se ha quedado dormido al volante, el proceso de toma de datos se repetirá cada dos segundos.

- **Llamada automática de emergencia**

  Cuando el vehículo se encuentre involucrado en alguna colisión, el software enviará un mensaje de emergencia automáticamente al "Punto de respuesta de seguridad pública", el cual contendrá la ubicación de vehículo en un formato europeo estándar. La ubicación del vehículo será proporcionada por el GPS integrado del automóvil.

- **Alertas precolisión**

  El software reducirá la velocidad, ajustará los cinturones de seguridad, cerrará las ventanillas y colocará los asientos en una posición óptima para que los airbag funcionen correctamente, en caso de que los sensores por radar detecten algún obstáculo fijo delante del vehículo. Una vez se haya sobrepasado exitosamente el obstáculo, las medidas preventivas aplicadas se desactivarán.

I.3 Identificación de los interesados en el sistema: Stakeholders

En este apartado se identificarán a aquellas personas, llamadas stakeholders, que están involucradas en el proyecto, o las cuales pueden verse afectadas por el desarrollo e implementación del software de seguridad solicitado por el cliente. La correcta identificación de los stakeholders permitirá especificar su grado de involucración en el proyecto, así como sus necesidades y expectativas dentro del mismo.

Los stakeholders principales que se identifican son los siguientes:

- **Empresa desarrolladora del servicio**

  La empresa que es contratada busca maximizar su beneficio con el producto implementado, así como proporcionar al cliente la mayor satisfacción posible mediante su adaptación a sus necesidades. Si el cliente tiene una buena experiencia con la empresa que ha contratado, la empresa se beneficiará positivamente haciendo crecer su reputación respecto a su competencia dentro del sector. La empresa encargada de desarrollar el servicio es S3.

- **Equipo de proyecto**

  Son las personas que se encargan de desarrollar el proyecto, desde la adjudicación del proyecto, hasta que el producto está listo para ser entregado. El equipo de proyecto busca ampliar sus conocimientos dentro de su área de trabajo para poder crecer profesionalmente. Además, se compensará monetariamente su esfuerzo y grado de implicación en el proyecto. El equipo correspondiente a este proyecto es el siguiente:

  - **Analista de sistemas:** es la persona encargada de elaborar los requisitos del sistema, de tal manera que se correspondan con las especificaciones establecidas por el cliente que solicita el sistema. El responsable es Daniel González de la Hera.
  - **Gestión de configuración:** es el responsable de asegurar que los cambios realizados en el sistema no afecten a la calidad del mismo durante cualquiera de las etapas de desarrollo. El responsable es Juan Abascal Sánchez.

- **Responsable de calidad:** es el responsable de garantizar que el sistema sea consistente, además de definir los estándares de calidad para que el cliente esté satisfecho con el producto. El responsable es Adriana Lima.
- **Responsable de pruebas:** es el responsable de definir las pruebas necesarias para asegurar que el producto satisface los requisitos establecidos, para tratar de reducir el número de fallos y limitaciones del sistema. El responsable es Carlos Olivares Sánchez-Manjavacas.
- **Equipo de desarrolladores:** es el equipo encargado de desarrollar los requisitos establecidos. El equipo de desarrolladores estará compuesto por Carlos Tormo Sánchez e Irina Saik.

- **Jefe de proyecto**

  Es la persona responsable de la gestión del proyecto. Se debe encargar de que el cliente se encuentre satisfecho durante todo momento con el proyecto que se está generando, cumpliendo con los costes y los plazos de entrega definidos. Al igual que el equipo de proyecto, el esfuerzo y trabajo del jefe de proyecto se verán recompensados económicamente. El jefe de proyecto para el desarrollo del sistema de seguridad es Alberto García Hernández.

- **Cliente**

  Es la persona que financia y contrata el proyecto. Una vez el proyecto haya sido desarrollado y entregado al cliente, éste se encargará de explotarlo para obtener beneficios económicos y poder recuperar su inversión. El cliente en este proyecto es CARSAFETY.

- **Usuario**

  Es la persona que realmente utilizará el software desarrollado y el que se beneficiará de su uso. Los usuarios serán aquellos que utilicen un automóvil fabricado por CARSAFETY que tenga incorporado el software de seguridad.

- **Viandante**

  Es la persona que viaja a pie por la calle. Esta persona también se beneficiará del software ya que si aumentamos la seguridad en los vehículos, habrá menos posibilidades de que los viandantes sufran accidentes debido a distracciones de los conductores.

- **Otros conductores**

  Los otros conductores que circulen por la vía también se beneficiarán del software, aunque ellos no lo tengan instalado. En la mayoría de accidentes hay dos partes implicadas, por lo que se podrá evitar muchos de los accidentes que se producirían ya que uno de los vehículos tendrá una mejora en la seguridad.

II Estudio de la Situación Actual

Como paso previo al desarrollo de la solución, es conveniente realizar un análisis del sistema global. Para llevarlo a cabo, se ha procedido a dividir el sistema en los distintos subsistemas que lo componen, así como a la consulta de las fuentes primarias y secundarias utilizadas para elaborar una valoración inicial. A continuación, se ha realizado un diagnóstico individual de cada uno de los subsistemas analizados, con el fin de tener constancia de los problemas que puedan llegar a surgir durante la implantación del sistema.

II.1 Valoración del Estudio de la Situación Actual

Para realizar una correcta valoración del sistema de software, este se ha dividido en seis subsistemas, que coinciden con los seis mecanismos integrados que debe proporcionar el sistema. La razón principal para realizar esta subdivisión es que se ha considerado que los seis sistemas, si bien forman parte de la solución integrada en el vehículo, son mecanismos aislados que se ofrecen en conjunto. Esto ha permitido concretar más en la estimación de los problemas que puedan surgir a la hora de la implementación. Esta valoración ha sido realizada en conjunto por el Jefe de Proyecto y el Analista Jefe, que han realizado un estudio en profundidad y han sido los responsables de llevar a cabo reuniones con distintos perfiles de los usuarios finales que serán los beneficiarios del sistema. Los subsistemas analizados son los siguientes:

- **Control del punto ciego**

  Actualmente, y tal y como están diseñados los vehículos y los espejos retrovisores, hay una zona sobre la que el conductor de un vehículo no tiene ninguna visibilidad. De los usuarios entrevistados, todos han constatado la existencia de dicha zona, y que un sistema que avisara al conductor de que hay un vehículo allí, sería de gran utilidad.

- **Aviso de cambio de carril**

  En algunas autopistas existen bandas sonoras colocadas en la línea que delimita la separación del carril con el arcen. Estas bandas sonoras no se suelen encontrar en las carreteras secundarias ni en la separación entre el carril de un sentido y el del sentido contrario. Por ello, un sistema que detecte cuando el vehículo se está aproximando a la línea de separación y avise al conductor se espera que sea bien acogido por gran parte de los usuarios.

- **Alerta de velocidad**

  En la mayoría de los accidentes se diagnostica como un factor clave la velocidad excesiva de los vehículos. En muchas ocasiones, esta velocidad excesiva es consecuencia de pérdidas de atención por parte de los conductores, que no son conscientes del límite de velocidad establecido para el tramo en el que circulan. Según los usuarios entrevistados, un sistema que reconociese las señales de tráfico, las mantuviese en la pantalla del vehículo y avisase al conductor si superase ese límite, sería de gran ayuda. Sin embargo, los entrevistados han recalcado que el software debe alertar al conductor, nunca reducir la velocidad, por motivos de seguridad.

- **Alerta por pérdida de atención**

  Junto con el exceso de velocidad, la pérdida de atención de los conductores al volante es un factor muy frecuente en los accidentes de tráfico. La fatiga al volante es un hecho muy común entre los conductores de largas distancias. Es por ello que la de idea de un sistema que detecte cuando se produce una pérdida de atención y compruebe si el conductor se está quedando dormido, avisándole y parando el vehículo progresivamente, ha sido muy bien acogida entre los usuarios entrevistados.

- **Llamada automática de emergencia**

  Cuando se produce un accidente de gravedad, los ocupantes de los vehículos involucrados frecuentemente se encuentran inconscientes o no son capaces de moverse. Los minutos posteriores al accidente son críticos para la supervivencia de los ocupantes del vehículo, por lo que un sistema que realice una llamada de emergencia y envíe la ubicación exacta del vehículo a las autoridades puede ser un factor clave. La mayoría de los usuarios han reaccionado muy bien a esta propuesta, sin embargo, algunos se han preocupado por la

privacidad, ya que el vehículo podría estar emitiendo constantemente su ubicación sin que el conductor se percatase.

- **Alerta de precolisión**

  La mayoría de los accidentes se producen por una colisión entre dos vehículos o con un obstáculo. La idea de un sistema que reduzca la velocidad y prepare el vehículo para una colisión inmediata ha sido bien acogida por todos los usuarios potenciales.

II.2 Realización del Diagnostico de la Situación Actual

Una vez estudiada la situación actual, se puede concluir que en este proyecto, tanto el hardware como el software van a ir de la mano, ya que los vehículos de la actualidad no cuentan con este hardware preparado de fábrica. A continuación se detallan las conclusiones acerca de cómo resolver los problemas y deficiencias de cada uno de los principales subsistemas, así como las mejoras que el sistema introducirá en los vehículos actuales:

- **Control del punto ciego**

  Este problema requerirá de la instalación en el vehículo de hardware capaz de identificar cuando un objeto se encuentra en una zona determinada por el software, que recibirá una señal en caso afirmativo y procederá a notificárselo al conductor.

- **Aviso de cambio de carril**

  Será necesario un hardware de reconocimiento de formas y colores controlado por el sistema de software y que notifique al conductor cuando el vehículo se encuentra sobrepasando la delimitación del carril en el que se encontraba anteriormente.

- **Alerta de velocidad**

  Para implementar esta funcionalidad, podremos valernos de el hardware de reconocimiento de formas y colores, que junto con un software de aprendizaje automático será capaz de reconocer las señales de tráfico, mostrárselas al conductor y establecer un aviso automático en el vehículo si se supera la velocidad reglamentaria.

- **Alerta por pérdida de atención**

  Este subsistema es uno de los más complicados de implementar, ya que no responde a un hecho claro hasta que ya es demasiado tarde. Por ello las mediciones se deben considerar de una forma subjetiva y el diagnóstico puede variar en función de la persona. Según los primeros bocetos, serán necesarios dos dispositivos de hardware que permitan medir la presión al volante y la posición de los párpados del conductor, aunque se podrían combinar con más sistemas, como por ejemplo el de cambio de carril.

- **Llamada automática de emergencia**

  Esta funcionalidad requerirá incorporar en el vehículo un testigo con una alta probabilidad de acierto, que permita al software saber en qué momento se ha producido el accidente. Por otro lado, también será necesario un dispositivo GPS para comunicar a las autoridades pertinentes la localización exacta del vehículo , así como un dispositivo que pueda emitir llamadas de emergencia.

- **Alerta de precolisión**

  Para este realizar este subsistema será necesario tener un control de la distancia a la que se encuentra un objeto frontalmente. Este dato será recibido por el software, que conociendo la velocidad y la distancia de

frenada del vehículo notificará al conductor en caso de peligro. Si el accidente es inevitable, el software tomará el control del vehículo y lo preparará para el impacto.

Tras analizar en detalle cada uno de los subsistemas individualmente y llevar a cabo su diagnóstico, se puede concluir que todos las funcionalidades planteadas son, con la tecnología actual, posibles de implementar y materializar.

II.3 Requisitos de interfaz

II.3.1 Requisitos de interfaz de usuario

Requisito: RI-01

Nombre del Requisito	Notificación en el retrovisor del sistema de punto ciego
Descripción	La notificación de punto ciego se realizará mediante una señal de color luminosa sobre el retrovisor del lado en el que se encuentra el vehículo.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.1: Requisito de interfaz 01

Requisito: RI-02

Nombre del Requisito	Notificación sonora del sistema de punto ciego
Descripción	El sistema emitirá la siguiente frase “Atención, vehículo en punto ciego” para la notificación de punto ciego.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Media/Deseada

Cuadro 1.2: Requisito de interfaz 02

Requisito: RI-03

Nombre del Requisito	Vibración del volante por cambio de carril
Descripción	El sistema hará vibrar el volante 1,5 m/s^2.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Cliente
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.3: Requisito de interfaz 03

Requisito: RI-04

Nombre del Requisito	Notificación de la velocidad máxima
Descripción	El sistema mostrará la velocidad máxima en la panel de a bordo.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.4: Requisito de interfaz 04

Requisito: RI-05

Nombre del Requisito	Notificación sonora por exceso de velocidad
Descripción	El sistema emitirá un aviso sonoro de 30 db.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.5: Requisito de interfaz 05

Requisito: RI-06

Nombre del Requisito	Notificación sonara por distracción
Descripción	El sistema emitirá un aviso sonoro de 65 db.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.6: Requisito de interfaz 06

Requisito: RI-07

Nombre del Requisito	Notificación de llamada de emergencia
Descripción	El sistema mostrará por pantalla un aviso de que va a realizar la llamada de emergencia, dando la opción de cancerlarlo en un tiempo de 5 segundos.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Media/Deseada

Cuadro 1.7: Requisito de interfaz 07

Requisito: RI-11

Nombre del Requisito	Notificación de obtsáculo en la trayectoria
Descripción	El sistema emitirá la siguiente frase "Atención, peligro por colisión" cuando se detecte un peligro por colisión.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.8: Requisito de interfaz 11

II.3.2 Requisitos de interfaz de comunicación

Requisito: RI-08

Nombre del Requisito	Protocolo de comunicación entre subsistemas
Descripción	Se utilizará un protocolo estándar de comunicación para la comunicación entre subsistemas.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.9: Requisito de interfaz 08

Requisito: RI-09	
Nombre del Requisito	Formato de la llamada de emergencia
Descripción	Se utilizará un protocolo recogido en la norma europea EN 16072.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.10: Requisito de interfaz 09

II.3.3 Requisitos de interfaz de software

Requisito: RI-10	
Nombre del Requisito	Almacenamiento de mapas
Descripción	El sistema tendrá a su disposición mapas que serán almacenados de forma local en el vehículo.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.11: Requisito de interfaz 10

III Requisitos

A continución se va a proceder a explicar en detalle cada uno de los requisitos que se han identificado y que por tanto deberán ser satisfechos por el sistema. Para seguir un formato unificado para todos los requisitos, se ha decidido utilizar la siguiente plantilla:

Requisito: XX-YY
Nombre del Requisito
Descripción
Tipo
Fuente del Requisito
Prioridad

Cuadro 1.12: Plantilla requisitos

En esta tabla se detallan los siguientes apartados:

Requisito XX-YY: El codigo asignado a cada uno de los requisitos será una sigla correspondiente al tipo de requisito. Por lo tanto puede haber: RF (Requisito Funcional), RNF (Requisito No Funcional) y RI (Requisito de Interfaz). Las dos cifras siguientes corresponderan al numero de requisito dentro de cada uno de los apartados.

Nombre del Requisito: Se especificará un nombre para el requisito que lo identifique unequivocamente.

Descripción: Se realizará una descripción detallada y concisa del requisito en sí.

Tipo: Los Requisitos Funcionales y los Requisitos de Interfaz se clasificarán como de tipo requisito, mientras que los Requisitos No Funcionales se clasificarán como de tipo restricción.

Fuente del Requisito: En este punto se especificará la fuente del requisito, pudiendo ser del cliente o como el resultado del analisis del proyecto por parte del analista.

Prioridad: La prioridad de un requisito se varía según sea un requisito cuya fuente ha sido el cliente y es una parte esencial que este ultimo comporobará, o bien, si es un requisito opcional que estaría bien su implementación pero no es necesario para el exito del proyecto.

III.1 Requisitos funcionales

III.1.1 Control de punto ciego

Requisito: RF-01	
Nombre del Requisito	Detección punto ciego
Descripción	El sistema tiene que detectar un objeto situado en la zona de punto ciego de los retrovisores exteriores del vehículo.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Cliente
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.13: Requisito funcional 01

Requisito: RF-02	
Nombre del Requisito	Notificar coche en punto ciego
Descripción	El sistema tiene que avisar al conductor cuando un objeto se encuentre en la zona de punto ciego.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.14: Requisito funcional 02

Requisito: RF-03	
Nombre del Requisito	Notificación en el retrovisor
Descripción	El sistema avisará al conductor de que un objeto está en la zona de punto ciego mediante una notificación en el retrovisor exterior situado en el lateral en el que se encuentra dicho objeto.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.15: Requisito funcional 03

Requisito: RF-04	
Nombre del Requisito	Generación de notificación sonora
Descripción	Cuando el conductor del vehículo active el intermitente indicando que se dispone a cambiar de carril y simultáneamente un objeto se encuentre en la zona de punto ciego del carril al que se pretende cambiar, el sistema emitirá una alerta sonora.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Cliente
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.16: Requisito funcional 04

III.1.2 Aviso de cambio de carril

Requisito: RF-05	
Nombre del Requisito	Trayectoria del carril
Descripción	El sistema identificará la trayectoria del carril por el que el conductor se encuentra circulando.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
textbfPrioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.17: Requisito funcional 05

Requisito: RF-06	
Nombre del Requisito	Trayectoria del vehículo
Descripción	El sistema deberá detectar la trayectoria que va a seguir el vehículo en función de la velocidad y el ángulo del volante.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.18: Requisito funcional 06

Requisito: RF-07

Nombre del Requisito	Vibración del volante por diferencia de trayectorias
Descripción	El sistema hará vibrar el volante cuando se detecte una desviación superior o igual al 10 % entre las trayectorias del vehículo y la carretera.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.19: Requisito funcional 07

Requisito: RF-08

Nombre del Requisito	Excepción de aviso de cambio de carril por activación del intermitente
Descripción	El sistema de aviso de cambio de carril se desactivará mientras alguno de los intermitentes se encuentres activos.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.20: Requisito funcional 08

Requisito: RF-09

Nombre del Requisito	Corrección de la dirección
Descripción	El sistema corregirá un máximo de 5º la dirección del volante cuando detecte que hay una desviación entre las trayectorias superior al vehículo una desviación en la trayectoria superior al 15 %.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.21: Requisito funcional 09

III.1.3 Alerta de velocidad

Requisito: RF-10	
Nombre del Requisito	Reconocimiento de las señales de tráfico
Descripción	El sistema detectará las señales de tráfico a través de las imágenes recogidas por el hardware.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.22: Requisito funcional 10

Requisito: RF-11	
Nombre del Requisito	Clasificación por formas y colores
Descripción	El sistema clasificará las señales obtenidas de las imágenes por formas y colores.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.23: Requisito funcional 11

Requisito: RF-12	
Nombre del Requisito	Reconocimiento señales de velocidad
Descripción	El sistema reconocerá cuales de las señales detectadas en las imágenes se corresponden con señales de velocidad.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.24: Requisito funcional 12

Requisito: RF-13

Nombre del Requisito	Determinación velocidad máxima a partir de las señales
Descripción	El sistema determinará la velocidad máxima a la que se puede circular a partir de la información obtenida de las señales.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Cliente
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.25: Requisito funcional 13

Requisito: RF-14

Nombre del Requisito	Determinación velocidad mínima
Descripción	El sistema determinará la velocidad mínima a la que está permitido circular en esa vía a partir de la velocidad máxima.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.26: Requisito funcional 14

Requisito: RF-15

Nombre del Requisito	Determinación tipo de vía
Descripción	El sistema utilizará la posición GPS y los mapas para determinar el tipo de vía en la que se encuentra el vehículo.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.27: Requisito funcional 15

Requisito: RF-16

Nombre de Requisito	Velocidades máximas de la vía según el código de circulación
Descripción	El sistema dispondrá de las velocidades máximas permitidas para cada tipo de vía según el código de circulación del país en el que el vehículo se encuentre.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.28: Requisito funcional 16

Requisito: RF-17

Nombre de Requisito	Velocidad máxima al cambiar de vía
Descripción	Por defecto, cuando se produce un cambio de tipo de vía, el sistema establecerá como velocidad máxima la obtenida por el código de circulación en función del tipo de vía.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.29: Requisito funcional 17

Requisito: RF-18

Nombre del Requisito	Actualización de velocidad máxima
Descripción	Cuando el sistema detecte señales de velocidad verticales o luminosas, se actualizará la velocidad máxima con la información obtenida a través de estas.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.30: Requisito funcional 18

Requisito: RF-19

Nombre de Requisito	Priorización señales luminosas
Descripción	El sistema priorizará la información recibida por las señales luminosas frente a las verticales.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.31: Requisito funcional 19

Requisito: RF-20

Nombre de Requisito	Priorización señales de obra
Descripción	El sistema priorizará la información recibida por las señales de velocidad con un fondo amarillo frente a cualquier otra señal de velocidad.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.32: Requisito funcional 20

Requisito: RF-21

Nombre del Requisito	Restauración de la velocidad por defecto
Descripción	Si el sistema no detecta una señal de velocidad en un tiempo superior a 5 minutos, se restaurará como velocidad máxima la obtenida en función del tipo de vía y la posición GPS.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Media/Deseado

Cuadro 1.33: Requisito funcional 21

Requisito: RF-22

Nombre del Requisito	Configuración límite de velocidad
Descripción	El usuario podrá configurar opcionalmente que el coche no supere en ningún caso el límite de velocidad.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Media/Deseado

Cuadro 1.34: Requisito funcional 22

Requisito: RF-23

Nombre del Requisito	Descativación alerta por exceso de velocidad
Descripción	El usuario podrá desactivar la notificación del exceso de velocidad.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Media/Deseado

Cuadro 1.35: Requisito funcional 23

Requisito: RF-24

Nombre del Requisito	Reactivación alerta por exceso de velocidad
Descripción	Si el usuario ha desactivado el sistema, este volverá a activarse al volver a inciar al sistema, con el arranque del vehículo.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Media/Deseado

Cuadro 1.36: Requisito funcional 24

III.1.4 Sistema de alerta por pérdida de atención

Requisito: RF-25	
Nombre del Requisito	Detección conductor dormido
Descripción	El sistema detectará si el conductor se ha quedado dormido.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Cliente
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.37: Requisito funcional 25

Requisito: RF-26	
Nombre del Requisito	Análisis del comportamiento
Descripción	El sistema analizará el comportamiento del conductor así como la desviación media entre las trayectorias para detectar si el conductor muestra síntomas de fatiga al volante.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.38: Requisito funcional 26

Requisito: RF-27	
Nombre del Requisito	Recomendación de descanso
Descripción	El sistema recomendará al conductor que detenga el vehículo y descanse por un tiempo cuando muestre síntomas de fatiga al volante.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.39: Requisito funcional 27

Requisito: RF-28

Nombre del Requisito	Detención del vehículo por conductor dormido
Descripción	Si el sistema, después de haber emitido la señal para alertar al conductor por un periodo superior a 3 segundos, no detecta que este vuelva a tener la atención en la carretera, detendrá progresivamente el vehículo y activará las luces de emergencia.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Cliente
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.40: Requisito funcional 28

III.1.5 Llamada de emergencia

Requisito: RF-29

Nombre del Requisito	Detección de colisión
Descripción	El sistema detectará si el vehículo se ha visto involucrado en una colisión.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.41: Requisito funcional 29

Requisito: RF-30

Nombre del Requisito	Mensaje de emergencia
Descripción	En caso de colisión, el sistema enviará un mensaje a un centro de llamadas de emergencia.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Cliente
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.42: Requisito funcional 30

Requisito: RF-31

Nombre del Requisito	Detección del número de ocupantes
Descripción	El sistema detectará el número de ocupantes del vehículo.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.43: Requisito funcional 31

Requisito: RF-32

Nombre del Requisito	Formato del mensaje
Descripción	El mensaje deberá contener la posición GPS del vehículo, así como la velocidad a la que se ha producido el impacto y el número de ocupantes del vehículo.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.44: Requisito funcional 32

Requisito: RF-33

Nombre del Requisito	Activación de las luces de emergencia
Descripción	En caso de colisión, el sistema activará las luces de emergencia.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.45: Requisito funcional 33

III.1.6 Alertas de precolisión

Requisito: RF-34	
Nombre del Requisito	Detección de obstáculos
Descripción	El sistema detectará cualquier obstáculo delante del vehículo.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Cliente
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.46: Requisito funcional 34

Requisito: RF-35	
Nombre del Requisito	Análisis del riesgo de una colisión
Descripción	El sistema analizará el riesgo de una colisión con un obstáculo en función de la velocidad a la que circula el vehículo y la variación de distancia con el obstáculo por milisegundo.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.47: Requisito funcional 35

Requisito: RF-36	
Nombre del Requisito	Generación de la notificación por colisión
Descripción	El sistema notificará al conductor cuando se prevea que, a la velocidad actual, una colisión es probable al 50 % o más.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Cliente
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.48: Requisito funcional 36

Requisito: RF-37

Nombre del Requisito	Ayuda en el frenado
Descripción	Cuando se haya generado la notificación por colisión y el conductor pise el freno, el sistema frenará lo suficiente como para evitar la colisión.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.49: Requisito funcional 37

Requisito: RF-38

Nombre del Requisito	Colisión inminente
Descripción	El sistema considerará que se va a producir una colisión inminente cuando la probabilidad de evitar el obstaculo frenando el vehículo es menor que 70 %
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.50: Requisito funcional 38

Requisito: RF-39

Nombre del Requisito	Primera medida por colisión inminente
Descripción	Si se prevé una colisión inminente, el sistema reducirá la velocidad
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Cliente
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.51: Requisito funcional 39

Requisito: RF-40	
Nombre del Requisito	Segunda medida por colisión inminente
Descripción	Si se prevé una colisión inminente, el sistema ajustará los cinturones de seguridad.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Cliente
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.52: Requisito funcional 40

Requisito: RF-41	
Nombre del Requisito	Tercera medida por colisión inminente
Descripción	Si se prevé una colisión inminente, el sistema fijará los asientos para optimizar el rendimiento de los airbag.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Cliente
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.53: Requisito funcional 41

Requisito: RF-42	
Nombre del Requisito	Cuarta medida por colisión inminente
Descripción	Si se prevé una colisión inminente, el sistema cerrará las ventanillas.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Cliente
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.54: Requisito funcional 42

Requisito: RF-43	
Nombre del Requisito	Reversión de las acciones
Descripción	Si se consigue evitar el accidente, el sistema invertirá las acciones realizadas en la preparación del vehículo para el impacto.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Cliente
Prioridad	Media/Deseada

Cuadro 1.55: Requisito funcional 43

III.2 Requisitos no funcionales

III.2.1 Requisitos de rendimiento

Requisito: RNF-01	
Nombre del Requisito	Tiempo de realización
Descripción	El sistema debe realizar el 98 % de las operaciones en menos de 0,005 segundos.
Tipo	Restricción
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Media/Deseada

Cuadro 1.56: Requisito no funcional 01

Requisito: RNF-02	
Nombre del Requisito	Soporte
Descripción	El sistema debe ser capaz de dar soporte simultaneo a todo el hardware.
Tipo	Restricción
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Media/Deseada

Cuadro 1.57: Requisito no funcional 02

Requisito: RNF-03	
Nombre del Requisito	Funcionamiento con baja luminosidad
Descripción	El sistema tiene que funcionar en condiciones de baja luminosidad.
Tipo	Restricción
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.58: Requisito no funcional 03

Requisito: RNF-04	
Nombre del Requisito	Funcionamiento con condiciones adversas
Descripción	El sistema tiene que funcionar en condiciones climatológicas adversas.
Tipo	Restricción
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.59: Requisito no funcional 04

III.2.2 Requisitos de seguridad

Requisito: RNF-05	
Nombre del Requisito	Manipulación del software
Descripción	El software que controla al vehículo no puede ser alterado a excepción de personas autorizadas.
Tipo	Restricción
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.60: Requisito no funcional 05

Requisito: RNF-06	
Nombre del Requisito	Cifrado de la información
Descripción	Toda la información personal del usuario deberá ser cifrada con RSA-256.
Tipo	Restricción
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.61: Requisito no funcional 06

III.2.3 Requisitos de fiabilidad

Requisito: RNF-07	
Nombre del Requisito	Fiablilidad de reconocimiento de señales.
Descripción	El software encargado de identificar las señales reconocerá las señales con al menos 85 % de tasa de acierto.
Tipo	Restricción
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.62: Requisito no funcional 07

Requisito: RNF-08	
Nombre del Requisito	Fiabilidad de detección de punto ciego.
Descripción	El software encargado de detectar los coches situados en el punto ciego reconocerá estos casos con al menos un 97 % de tasa de acierto.
Tipo	Restricción
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.63: Requisito no funcional 08

Requisito: RNF-09	
Nombre del Requisito	Fiabilidad de la llamada de emergencia.
Descripción	El software encargado de realizar la e-call deberá responder con un 100 % de tasa de acierto.
Tipo	Restricción
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.64: Requisito no funcional 09

Requisito: RNF-10	
Nombre del Requisito	Fiabilidad de la detección de cambio de carril.
Descripción	El software encargado de detectar el cambio involuntario de carril reconocerá este hecho con un 87 % de tasa de acierto.
Tipo	Restricción
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.65: Requisito no funcional 10

Requisito: RNF-11	
Nombre del Requisito	Fiabilidad de la detección de falta de atención.
Descripción	El software encargado de detectar la falta de atención contará con un 93 % de tasa de acierto.
Tipo	Restricción
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.66: Requisito no funcional 11

Requisito: RNF-12	
Nombre del Requisito	Fiabilidad de la detección de colisión.
Descripción	El software encargado de detectar el pre-crash deberá tener un 98 % de tasa de acierto.
Tipo	Restricción
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.67: Requisito no funcional 12

III.2.4 Requisitos de disponibilidad

Requisito: RNF-13	
Nombre del Requisito	Disponibilidad del software.
Descripción	El software deberá estar siempre disponible cuando se arranque el vehículo.
Tipo	Restricción
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.68: Requisito no funcional 13

III.2.5 Requisitos de mantenibilidad

Requisito: RNF-14	
Nombre del Requisito	Mantenimiento del software.
Descripción	El sistema recibirá labores de mantenimiento cada 6 meses por profesionales cualificados.
Tipo	Restricción
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Media/Deseada

Cuadro 1.69: Requisito no funcional 14

Requisito: RNF-15	
Nombre del Requisito	Registro de fallos del sistema.
Descripción	El software contará con un registro que guardará los fallos del sistema.
Tipo	Restricción
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Media/Deseada

Cuadro 1.70: Requisito no funcional 15

III.2.6 Otros requisitos

Requisito: RNF-16	
Nombre del Requisito	Base de datos de señales.
Descripción	La base de datos de señales se deberá corresponder con las señales de la normativa del país por donde circula el vehículo.
Tipo	Restricción
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.71: Requisito no funcional 16

Requisito: RNF-17	
Nombre del Requisito	Notificaciones en diferentes idiomas.
Descripción	Las notificaciones de los subsistemas deben estar disponibles en: Español, Inglés, Francés, Alemán, Italiano, Chino y Árabe.
Tipo	Restricción
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Alta/Esencial

Cuadro 1.72: Requisito no funcional 17

Requisito: RNF-18	
Nombre del Requisito	Ley de Protección de datos.
Descripción	El sistema debe cumplir la ley de protección de datos vigente en el país en el que opere.
Tipo	Requisito
Fuente del Requisito	Analista
Prioridad	Media/Deseada

Cuadro 1.73: Requisito no funcional 18

IV Estudio de las alternativas de solución

El objetivo de este punto es la descripción de tres posibles alternativas que satisfacen los requisitos especificados y, por lo tanto, serán soluciones válidas. El punto de partida en el planteamiento de estas alternativas serán los requisitos y el diagnóstico de la situación actual del entorno con el que el sistema interactuará en el futuro. Los subsistemas que se han identificado previamente servirán como apoyo para definir los componentes hardware necesarios y las alternativas software que se ofrecerán al cliente. Todas las alternativas de cada subsistema deberán contemplar los siguientes puntos:

- **Control de punto ciego:** es el subsistema encargado de notificar al conductor en caso de que haya un objeto en un área delimitada, llamada punto ciego [RF-01, RF-02]. Será implementado mediante un hardware colocado en los laterales exteriores del vehículo. A su vez, será necesario un software que analice los datos recibidos del hardware y determine si existe un objeto potencialmente peligroso, en cuyo caso, se notificará al conductor mediante los retrovisores [RI-01], indicando en qué lado se encuentra el objeto. En caso de que esté activada la notificación y el conductor active el intermitente hacia ese lado, se generará una notificación sonora [RI-02]. En la actualidad ya se encuentran desarrollados y se ofrecen como un paquete opcional al comprar muchos de los vehículos del mercado.

- **Aviso de cambio de carril:** esta funcionalidad debe de notificar al conductor cuando el vehículo comience a salirse del carril por el que va circulando. Sin embargo, el sistema de notificación será desactivado si el intermitente está accionado [RF-08]. Para poder implementarlo será necesario un hardware situado en la zona frontal del vehículo, que envíe al sistema información acerca de la trayectoria que sigue el carril [RF-05]. El sistema comparará esta trayectoria con una proyección de la trayectoria que va a seguir el vehículo en función del ángulo del volante y la velocidad [RF-06]. Si el sistema detecta una desviación entre ambas trayectorias superior al 10 %, hará vibrar al volante [RF-07, RI-03]. En el momento en que esta desviación supere el 15 %, el sistema corregirá un máximo de 5 grados la dirección del volante [RF-09].

- **Alerta de velocidad:** este subsistema debe notificar al conductor a través del panel de a bordo cuando se supere la velocidad máxima permitida para ese tipo de vía [RI-04]. Para obtener este dato, en primer lugar deberá recibir imágenes a través de un hardware colocado en el exterior del vehículo y reconocer en ellas señales de tráfico [RF-10]. Una vez reconocidas, las clasificará por formas y colores [RF-11] y reconocerá las señales de velocidad [RF-12]. El sistema determinará de esta forma la velocidad máxima para ese tipo de vía [RF-13], y calculará también la velocidad mínima por debajo de la cual se dificulta la circulación [RF-14]. Paralelamente, el sistema utilizará la posición GPS para detectar el tipo de vía en la que se encuentra el vehículo [RF-15] y tendrá almacenados los mapas de forma local [RI-10], y las velocidades

máximas establecidas para cada tipo de vía en el código de circulación [RF-16]. Por defecto, cuando el sistema detecte que se ha producido un cambio de vía, se utilizará la velocidad máxima establecida en el código de circulación [RF-17]. Cuando el sistema detecte una señal de velocidad, se deberá actualizar la velocidad máxima permitida [RF-18], dando prioridad a las señales luminosas [RF-19] y a las señales de obra [RF-20]. Si el sistema no detecta ninguna señal de velocidad en un tiempo superior a 5 minutos, se establecerá la velocidad máxima del código de circulación para ese tipo de vía [RF-21]. El conductor podrá configurar el coche para que este nunca supere la velocidad máxima [RF-22], así como desactivar las alertas [RI-04, RF-23]. Las alertas se volverán a activar al reiniciar el sistema [RF-24].

- **Sistema de alerta por pérdida de atención:** este subsistema deberá detectar cuando el conductor se ha quedado dormido [RF-25], producir una alerta para que reaccione [RI-05] y detener el vehículo si este no reacciona en menos de 3 segundos, activando las luces de emergencia [RF-28]. Paralelamente, también detectará los errores en la forma de conducir, analizando el comportamiento del conductor [RF-26] y recomendando a este un descanso si se detecta pérdida de atención por fatiga al volante [RF-27].

- **Llamada de emergencia:** en caso de colisión, el sistema deberá enviar un mensaje [RF-30] indicando la posición del vehículo, la velocidad a la que se ha producido el impacto y el número de ocupantes del vehículo [RF-32]. Acto seguido, se activarán todas las luces de emergencia [RF-33]. La llamada de emergencia seguirá el protocolo recogido en la norma europea EN 16072 [RI-09].

- **Alerta de precolisión:** este subsistema deberá detectar obstáculos en la trayectoria del vehículo [RF-34] y analizar el riesgo de que se vaya a producir una colisión [RF-35]. En caso de que este riesgo sea superior al 50 %, se notificará al conductor de una posible colisión [RF-36, RI-11], esperando a que el conductor pise el freno para frenar lo necesario como para evitar la colisión [RF-37]. Si esta probabilidad es superior al 70 %, se considerará como una colisión inminente [RF-38], y el sistema reducirá la velocidad [RF-39], ajustará los cinturones de seguridad [RF-40], optimizará el rendimiento de los airbag [RF-41] y cerrará las ventanillas [RF-42]. Si se evita el accidente, el sistema revertirá todas las acciones [RF-43].

A continuación, presentaremos alternativas para cada uno de los subsistemas, generando en su conjunto tres alternativas distintas para el sistema global. No obstante, los subsistemas de llamada de emergencia y de pérdida de atención tendrán una única alternativa, que será explicada a continuación, y en la cual se expondrá porque no se propondrán al cliente otras alternativas. Por lo tanto, cualquiera de las alternativas globales estará completada por la única alternativa posible de cada uno de estos subsistemas.

IV.1 Subsistemas de alternativa única

IV.1.1 Llamada de emergencia

Para este subsistema la mejor solución del mercado es ajustarse al protocolo estándar europeo EN 16072 [RI-09] en el formato del mensaje, por lo que será necesario un dispositivo capaz de transmitir información en el momento del impacto con la posición GPS del vehículo. La única alternativa que cumple los requisitos y se nos ha planteado asequible para este proyecto ha sido el modulo Quectel LTE SC20, a un precio de 30 €, permitiendo la comunicación con el servicio de llamadas de emergencia de cada país europeo, siguiendo la normativa vigente.

IV.1.2 Pérdida de atención

La pérdida de atención del conductor es una medición subjetiva, por lo que se ha decidido ajustarse lo máximo posible a las especificaciones del cliente y no proponer una única alternativa. En relación con la presión

que ejerce el conductor al volante, son necesarios una serie de sensores que midan la presión, la frecuencia y la posición de las manos. Con respecto a la posición de los párpados del conductor, será necesaria una cámara de reconocimiento facial. Actualmente, la empresa Fovio se está especializando en el Eye Tracking y sus cámaras son pioneras y destacan ampliamente sobre el resto tanto en portabilidad (plug&play) como en fiabilidad, y en este caso, tratándose de la detección de pérdidas de atención, es un factor clave. Por ello, se ha decidido plantear como única alternativa las cámaras Fovio, con un precio de 200 €.

IV.2 Alternativa I

Para esta primera alternativa se le ha propuesto al cliente que sistema central esté controlado por una Raspberry Pi 3B. Dado que las Raspberry no vienen con sistema operativo instalado, se ha considerado la opción de instalar Raspbian Jessie with Pixel para poder procesar toda la información.

Para poder procesar las imágenes se utilizará un System-on-Chip con FPGA [1]. Con un solo FPGA controlaremos el punto ciego, las alertas de velocidad, el sistema de precolisión y el cambio de carril, ya que es un sistema muy potente que es capaz de procesar las imágenes recibidas de los cuatro subsistemas. Las placas FPGA compartirán los datos con la Raspberry mediante un puerto Ethernet, el cual se rige bajo el estándar IEEE 802.3an.

Los mapas del país vendrán instalados ya en el sistema operativo, gracias a la librería compatible con Raspbian llamada Tangram.

A continuación se detallan las alternativas propuestas para cada uno de los subsistemas:

- Para el **control del punto ciego** se utilizarán dos cámaras de escaneo por área para determinar si es conveniente realizar la maniobra. Dichas cámaras tendrán una lente de 3.5mm para aumentar la precisión. Las imágenes captadas por las cámaras serán procesadas por un FPGA. Cuando sea necesario, se mandará notificaciones a la Raspberry poder comunicarse con el usuario.

- En los subsistemas **cambio de carril y alerta de velocidad** se utilizará otra cámara de escaneo por área (mismo modelo que en el control de punto ciego), y la misma FPGA para procesar las imágenes.

Sistema General	Raspberry Pi 3B ▪ Precio: 39,90 € ▪ RAM: 1GB ▪ Procesador: Chipset Broadcom BCM 2387 1,2GHz de cuatro núcleos ARM Cortex-A53 ▪ Conexión: Ethernet Socket 10/100 BaseT Sistema Operativo Raspbian Jessie with Pixel ▪ Version: Enero 2017 ▪ Fecha de lanzamiento: 11/01/2017

Continúa en la siguiente pagina

Control del punto ciego	2 Cámaras de escaneo por área ▪ Precio: 560,00 € ▪ Modelo: Basler ace USB3 acA640-90uc ▪ Color: Sí ▪ FPS: 90 ▪ Resolución: 659x490 ▪ Puerto: USB3 Lentes ▪ Precio: 575,00 € ▪ Modelo: Compact Fixed Focal Length 3,5 mm Cable USB3 ▪ Precio: 48,00 € FPGA ▪ Precio: 499,20 € ▪ Modelo: Zynq®-7000 XC7Z030-L2FFG676I-ND ▪ Celdas lóicas: 125000

Continúa en la siguiente pagina

Cambio de carril, Alerta precolisión y Alerta de velocidad	Cámara de escaneo por área ▪ Precio: 560,00 € ▪ Modelo: Basler ace USB3 acA640-90uc ▪ Color: Sí ▪ FPS: 90 ▪ Resolución: 659x490 ▪ Puerto: USB3 Lentes ▪ Precio: 575,00 € ▪ Modelo: Compact Fixed Focal Length 3,5 mm Cable USB3 ▪ Precio: 48,00 € FPGA ▪ Precio: 499,20 € ▪ Modelo: Zynq®-7000 XC7Z030-L2FFG676I-ND ▪ Celdas lóicas: 125000

Cuadro 1.74: Especificación de la Alternativa I

IV.3 Alternativa II

Los subsistemas de control de punto ciego, alerta de velocidad, cambio de carril y las alertas de precolisión sean controlados por una única cámara de 360 grados colocada en la parte superior del coche. Al usar una sola cámara se ahorra en el número de dispositivos integrados en el vehículo.

Para esta segunda alternativa se le ha propuesto al cliente un sistema controlado por Ubuntu 16.04 LTS. Las imágenes recogidas por la cámara serán procesadas por una GPU, y el resto de operaciones serán procesadas por la CPU. La GPU estará dedicada al procesamiento de imágenes ya que tiene que procesar constantemente las imágenes de la cámara de 360º para todos los subsistemas.

Para que el usuario pueda comunicarse con el sistema, se utilizará una pantalla táctil, que se implementará sobre el ordenador central.

Sistema General	GPU: NVIDIA TITAN X ▪ Precio 1369 € ▪ Memoria de vídeo: 12GB G5X ▪ Frecuencia de la memoria: 10 Gbps ▪ Cores: 3584 CPU: ▪ Modelo: Intel® - Core™ i7-6700K ▪ Precio: 339,99 € ▪ Memoria Caché: 6MB ▪ Velocidad: 4GHz Memoria RAM: ▪ Modelo: Kingston HyperX Fury DDR4 ▪ Precio: 74,99 € ▪ Capacidad: 8 GB ▪ Velocidad: 2133 MHz KingDian SSD: ▪ Precio: 27,40 € ▪ Capacidad: 60GB ▪ Interfaz: SATAIII Pantalla táctil: ▪ Precio: 69,81€ ▪ 7 pulgadas ▪ Multitouch capacitivo: 10 dedos Sistema operativo: ▪ Ubuntu 16.04 LTS ▪ Fecha de lanzamiento: 15/2/2017

Continúa en la siguiente pagina

Control de punto ciego, Alerta de velocidad, Cambio de Carril yAlertas Pre-colisión	Cámara 360 grados: ▪ Modelo: Vuze Camera ▪ Precio: 775 € ▪ Resolución: 4K 30fps ▪ Conexión: USB2.0 & Wifi ▪ Color: Sí

Cuadro 1.75: Especificación de la Alternativa I

IV.4 Alternativa III

Para la tercera alternativa se le ha propuesto al cliente que el sistema central esté controlado por un dispositivo que contará con un procesador SnapDragon 820 de Qualcomm, una memoria RAM de 4 GB, una memoria principal de 64 GB y se podrá controlar desde una pantalla táctil. Este dispositivo tendrá el sistema operativo Android 7.1 Nougat. Este controlador contará además con un puerto compatible con el bus CAN [2]. Este dispositivo funcionará como ordenador de a bordo, y será el encargado de recibir las notificaciones provenientes del resto de subsistemas.

Además en el sistema operativo vendrá preinstalada la aplicación HERE WeGo de Nokia con los mapas del país de compra del vehículo descargados.

La conexión de este sistema con el resto de subsistemas se realizará a través de un bus con el protocolo Controller Area Network, que es implementado por la mayoría de los coches.

A continuación se detallan las alternativas propuestas para cada uno de los subsistemas:

- Para el **control del punto ciego** utilizaremos un sonar infrarrojos modelo Maxbotix XL-MaxSonar-EZ0. Se colocarán dos sensores de este modelo en las esquinas traseras del vehículo para poder detectar si hay un vehículo en el punto ciego. La distancia máxima a la que detectará un vehículo es 765 cm.

- En los subsistemas **cambio de carril y alerta de velocidad** se usará una cámara situada en la parte superior de la luna frontal del vehículo. La cámara será una Basler SCA640-70FC que implementa el protocolo IEEE1394 [3] [4]. Dicho protocolo es un tipo de conexión destinado a la entrada y salida de datos en serie a gran velocidad y está específicamente diseñada para soportar la visión artificial. Esta cámara irá conectada a un controlador y FPGA de Xilinx modelo XC7Z015-1CLG485C. Utilizar una FPGA en lugar de una CPU ayudará a reducir el tiempo de procesamiento de las imágenes, que computacionalmente es muy costoso.

  En el subsistema de cambio de carril este hardware irá controlando constantemente las líneas del carril de la calzada, mientras que en el de alerta de velocidad la cámara detectará las señales que se encuentre y la FPGA las procesará.

- Para el sistema ***pre-crash*** se utilizará un láser para detectar obstáculos a una distancia máxima de 215 metros. El modelo que se le ha propuesto al cliente es Leddar Vu 8 Channel Module. Esta alternativa

influye positivamente en la detección de obstáculos ya que tiene un mayor rango de detección que las cámaras.

En el siguiente cuadro se detallarán las alternativas propuestas para los subsistemas:

Sistema General	SnapDragon 820: ▪ Precio: 66,26 € ▪ Cuatro núcleos. Dos principales de 2x Kyro a 2.2 GHz y 2 dos secundarios de 2x Kyro a 1.7 GHz ▪ Arquitectura de 64 bits ▪ Velocidad de GPU 624 MHz Kingston ValueRAM - SODIMM de 204 espigas: ▪ Precio: 29,90 € ▪ Capacidad: 4GB KingDian SSD: ▪ Precio: 27,40 € ▪ Capacidad: 60GB ▪ Interfaz: SATAIII Sistema operativo Android: ▪ Última versión estable: 7.1 Nougat ▪ Fecha de lanzamiento: 20/10/2016 Mapas HERE WeGo: ▪ Mapas offline ▪ Más de 100 países Bus CAN: ▪ Precio: 47,99€

Continúa en la siguiente pagina

Sistema General	Cubieboard4 CC-A80 SoC: ▪ Precio: 138 € ▪ RAM: 2GB ▪ CPU: Arm Cortex A15x4 up to 2.0GHz, A7x4 up to 1.3GHz ▪ GPU: PowerVR 64-core G6230 Pantalla táctil: ▪ Precio: 69,45 € ▪ 7 pulgadas ▪ Multitouch capacitivo: 10 dedos
Control del punto ciego	Maxbotix XL-MaxSonar-EZ0 x 2: ▪ Precio: 42,55€ ▪ Distancia máxima 765cm ▪ Resolución de 1cm
Cambio de carril	Basler SCA640-70FC: ▪ Precio: 770€ ▪ Color: Si ▪ FPS: 70 ▪ Resolución: 659 x 490 ▪ Puerto: IEEE 1394b FPGA SoC XC7Z015-1CLG485C de Xilinx Inc: ▪ Precio: 130,06€ ▪ 74.000 celdas lógicas

Continúa en la siguiente pagina

Alerta pre-colisión	Leddar Vu 8 Channel Module. ▪ Precio: 544,85€ ▪ Campo de visión horizontal: 100º ▪ Campo de visión vertical: 0,3º ▪ Peso: 75 gramos ▪ Alcance: 215 metros ▪ Tasa de actualización: 100 Hz

Cuadro 1.76: Especificación de la Alternativa III

V Valoración de las alternativas

Una vez presentadas las distintas alternativas a cada uno de los subsistemas, se debe proceder a una valoración de las mismas tanto en el ámbito económico como en el contexto de los riesgos derivados de las mismas. Así, mediante esta valoración y la búsqueda de la disminución de los riesgos de cada una de las alternativas, resultará más sencilla la selección final de una de las alternativas como solución final.

Por tanto, se hará una valoración de los riesgos de las alternativas en cada uno de los susbsistemas, así como un análisis de la viabilidad económica de las mismas. Para este segundo caso, se ha de tener en cuenta la inexistencia de restricciones económicas por parte del cliente.

V.1 Gestión de riesgo

Valorando en primer lugar la única alternativa propuesta para el subsistema de llamada de emergencia, el mayor de los riesgos es que el dispositivo utilizado resulte dañado en una colisión o accidente. Para ello, la mejor solución es ubicarlo en un emplazamiento que sufra pocos daños (cubículo del conductor) y protegido físicamente.

En segundo lugar, en cuanto a la única alternativa propuesta para el subsistema de alerta en caso de pérdida de atención es que las mediciones tomadas son subjetivas, aunque la prevención de este problema es compleja y está completamente ligada al software y los algoritmos utilizados.

A continuación, se valorará cada una de las alternativas propuestas.

V.1.1 Alternativa I

Analizando la alternativa propuesta para cada uno de los subsistemas, podemos detectar un primer riesgo global, subyacente al hecho de que tres de los subsistemas se controlen mediante el mismo hardware y software. Este hecho puede provocar que, ante una caída parcial de la solución aplicada, tres de las funciones del sistema dejen de funcionar. Este es el problema común a todos los sistemas centralizados.

Los mismos riesgos se pueden observar en el sistema de comunicación central, también centralizado. Sin embargo, estos riesgos derivados de la centralización se pueden reducir proponiendo medidas que aumenten la fiabilidad del sistema y que monitoricen las posibles caídas del sistema, para prevenirlas y advertir al usuario antes de las mismas.

Finalmente, en cuanto al sistema central, además de los riesgos ya mencionados, cabe destacar lo prematuro del sistema operativo. Es decir, el usar la versión de un sistema operativo muy actualizada siempre tiene las ventajas derivadas de la labor de mejora del sistema operativo que se produce con cada versión nueva, pero supone el riesgo de nuevos errores no encontrados aún y de posibles incompatibilidades con software más antiguo.

V.1.2 Alternativa II

En cuanto a la alternativa dos se refiere, y de igual forma que se ha visto en la alternativa uno, el mayor de los riesgos que se observa es la centralización del sistema. En este caso, los subsistemas de alerta de velocidad, cambio de carril, alerta de precolisión y control del punto ciego dependen de un mismo hardware y software, de nuevo centralizados.

Además de este riesgo central, el uso de un protocolo de comunicación inalámbrico supone diversos riesgos a pesar de reducir costes en cableado y la dificultad de realizarlo. Estos riesgos son derivados de los sistemas inalámbricos de redes. Una comunicación basada en este protocolo es menos fiable, por la posibilidad de pérdida de información entre el emisor y el receptor. Además, la velocidad de transmisión es algo menor.

Para contrarrestar estos riesgos, cabe decir que diversas implementaciones del protocolo ZigBee lo hacen muy resistente frente a pérdidas, y por tanto, más seguro en las transmisiones. Además, aplicando de manera completa el protocolo mediante un buen software, la prevención de este tipo de problemas está asegurada.

Por otro lado, otro de los riesgos de esta alternativa se debe a sus limitaciones. El hecho de necesitar instalar el software por encima del chasis, aumentando la altura del vehículo, supone un riesgo físico. Este aumento de la posibilidad de rotura o avería, sumado al riesgo ya explicado de la suma de susbsistemas regulados por el mismo hardware, hace que el riesgo aumente exponencialmente. Para reducirlo, se debe prestar especial atención a la protección física de la cámara ubicada en la parte superior, además de favorecer el conocimiento por parte del usuario de la mayor de altura de su vehículo.

V.1.3 Alternativa III

Pasando a la alternativa tres, se debe tener en cuenta la reducción del riesgo de centralización con respecto a las dos alternativas anteriores. En este caso, un mismo mecanismo sólo regula el funcionamiento de dos subsistemas, reduciendo el riesgo antes citado.

No obstante, en cuanto a la alerta de velocidad se refiere, y más en concreto al respecto de los mapas, existe el riesgo de que Nokia deje de actualizar los citados mapas, dejando de dar soporte a la aplicación y surgiendo pues la necesidad de sustituirlos. Para disminuir este riesgo, se debe hacer el sistema adaptable a otro tipo de mapas.

V.2 Viabilidad económica

Lo primero que debemos destacar en este apartado es la ausencia de restricciones económicas por parte del cliente, lo que conlleva la viabilidad económica teórica de todas las alternativas. Es por ello por lo que en este apartado nos focalizaremos en una comparativa económica de cada una de las alternativas propuestas.

En cuanto a la primera alternativa, el coste total asciende a 3404,3 euros (sin tener en cuenta el coste de la alternativa propuesta para la llamada de emergencia y la pérdida de atención, pues es una alternativa común). La segunda alternativa tiene un coste de 2656,19 euros, con las mismas salvedades que en el caso anterior. Finalmente, la tercera alternativa tiene un coste de 1866,46 euros.

Tras una primera aproximación, se realiza el análisis económico para cada uno de los subsistemas. Para ello, cuando una misma solución o alternativa sea utilizada para varios subsistemas, se hará la media de coste para cada uno de los subsistemas.

Así, en la primera alternativa, podemos observar un coste de 39,90 euros para el sistema de comunicación; un coste de 1682,20 euros para el sistema de punto ciego; y un coste de 1682,20 para los sistemas de cambio de carril, alerta de velocidad y prevención de la pre-colisión (una media de 560,33 para cada uno de los subsistemas).

En la segunda alternativa, el sistema general tiene un coste de 1881,19 euros, y los subsistemas de control de velocidad, alerta de pre-colisión, control del punto ciego y cambio de carril tienen un coste de 775 euros (193,75 de media).

Por su parte, el sistema general de comunicación de la tercera alternativa tiene un coste de 379,3 euros; el subsistema de control de punto ciego, 42,25 euros; el subsistema conjunto de cambio de carril y alerta de velocidad, de 900,06 euros (405,03 de media cada uno); y el subsistema de alerta de pre-colisión, de 544,85 euros.

Como se puede ver, los costes totales de las tres alternativas son similares, aunque su distribución de costes entre los distintos subsistemas son distintos. En el caso de la primera alternativa, el coste del sistema central es muy barato, debido a que el procesamiento de imágenes de hace en las FPGA de cada uno de los subsistemas. Es ahí donde se encarece la solución. Por otra parte, en la segunda alternativa, el integrar en un único hardware y software la solución propuesta, este se encarece mucho, pero el coste medio de cada subsistema es económicamente más barato. Por último, podemos ver que en la tercera alternativa el coste está muy equilibrado entre los distintos subsistemas.

VI Selección de la solución

Tras haber evaluado los riesgos de cada una de las alternativas planteadas, y tras haber comprobado la viabilidad económica de las mismas, se ha procedido a realizar una comparativa entre las mismas con el fin de escoger la alternativa más adecuada para el sistema. Para ello, se ha desarrollado una matriz de evaluación en la que se pondera cada uno de los items razonadamente añadidos de forma que la suma total de todos ellos sea de 1. De este modo, a cada una de las alternativas se le dará una puntuación comprendida entre 0 y 10 en cada uno de los items razonando esta puntuación para cada caso en particular. La alternativa mejor puntuada en cada uno de los subsistemas será la seleccionada como mejor solución.

Cabe destacar que cada uno de los subsistemas tendrá una matriz de evaluación distinta, pues los items seleccionados y sus ponderaciones varían en función de las características de cada uno de los subsistemas.

VI.1 Selección de la solución a cada subsistema

VI.1.1 Sistema de comunicación general

Ponderación	0,2	0,2	0,4	0,2	1
	Coste económico	**Complejidad tecnológica**	**Fiabilidad**	**Retardo de transmisión**	**TOTAL**
Alternativa I	8	8	6	8	**7,2**
Alternativa II	3	4	7	8	**5,8**
Alternativa III	6	7	8	8	**7,4**

Cuadro 1.77: Valoración del sistema general

VI.1.2

Aviso de cambio de carril

En el cambio de carril debemos tener en cuenta el coste económico del software, la complejidad tecnológica de la solución, la fiabilidad del sistema y la precisión de los cálculos de la trayectoria.

En cuanto al coste económico, cada una de las soluciones supone un coste diferente siendo este un factor de relevancia para el cliente, aunque no el más importante. Así, a mayor coste de una alternativa, menor puntuación en el citado apartado.

Por su lado, en cuanto a la complejidad tecnológica, no nos referimos al coste que puede suponer la utilización de tecnologías más complejas de implementar, sino a los riesgos que conlleva trabajar con tecnología compleja o poco utilizada. Por ello, cuanto más compleja sea la tecnología usada, una menor puntuación se dará a la alternativa.

Por otra parte, en cuanto a la fiabilidad se refiere, resulta lógico pensar que es un elemento importante en el cambio de carril, pues es indispensable que el sistema refleje de manera fiel si el vehículo está siguiendo o no la trayectoria y que lo notifique con la máxima fiabilidad.

Así mismo, se debe valorar cuál de las alternativas ofrece una precisión mayor en los cálculos realizados de la trayectoria.

Ponderación	0,2	0,2	0,3	0,3	1
	Coste económico	**Complejidad tecnológica**	**Fiabilidad de las notificaciones**	**Precisión de la trayectoria**	**TOTAL**
Alternativa I	5	7	8	8	**7,2**
Alternativa II	8	5	7	8	**7,1**
Alternativa III	6	8	9	9	**8,2**

Cuadro 1.78: Valoración del cambio de carril

VI.1.3 Control de punto ciego

En este subsitema resulta de vital importancia tanto la fiabilidad en la notificación al usuario de la existencia de un punto ciego como la precisión con la que se detecta el vehículo en el punto ciego. Así mismo, como en casos anteriores, resulta importante para el cliente el coste económico. Por otro lado, y como ya se ha visto en subsistemas anteriores, se debe tener en cuenta la complejidad de la tecnología utilizada.

Ponderación	0,2	0,2	0,3	0,3	1
	Coste económico	**Complejidad tecnológica**	**Fiabilidad de las notificaciones**	**Precisión de los cálculos**	**TOTAL**
Alternativa I	4	8	7	7	**6,6**
Alternativa II	7	8	7	6	**6,9**
Alternativa III	9	6	7	9	**7,8**

Cuadro 1.79: Valoración del control del punto ciego

VI.1.4 Alerta de velocidad

En este subsistema la fiabilidad cobra mayor importancia, pues resulta imprescindible conocer la velocidad máxima real de circulación. El tiempo de cálculo de la misma, sin embargo, no parece ser un problema en este subsistema, teniendo en cuenta que los tiempos de cálculo de las distintas alternativas es relativamente bajo respecto a las necesidades requeridas.

Sin embargo, cobra importancia la disponibilidad de la información, pues dependiendo de la alternativa seleccionada esta puede ser mayor o menor.

Así pues, os aspectos valorados en la alerta de velocidad serán el coste económico, la complejidad tecnológica, la fiabilidad y la disponibilidad de la información.

Ponderación	0,2	0,2	0,4	0,2	1
	Coste económico	**Complejidad tecnológica**	**Fiabilidad**	**Disponibilidad**	**TOTAL**
Alternativa I	6	8	8	7	**7,4**
Alternativa II	9	7	7	7	**7,4**
Alternativa III	7	8	9	9	**8,4**

Cuadro 1.80: Valoración de la alerta de velocidad

VI.1.5 Alertas de precolisión

En el subsistema de alertas de precolisión parece lógico reducir el peso del coste económico y de la complejidad de la tecnología usada ya que se trata de un subsistema de vital importancia a nivel de seguridad.

Es por ese mismo motivo por el que se le da una alta ponderación a la fiabilidad del sistema (pues sería fatal que el sistema no predijera una precolisión) y al tiempo de reacción del sistema (pues, por muy fiable que sea, si no se reacciona a tiempo no se podrá evitar la colisión).

Así mismo, cobra también importancia la distancia a la que cada una de las alternativas son capaces de detectar los obstáculos que pueden provocar la colisión.

Ponderación	0,05	0,05	0,3	0,3	0,03	1
	Coste económico	**Complejidad tecnológica**	**Fiabilidad**	**Tiempo de reacción**	**Alcance**	**TOTAL**
Alternativa I	7	7	8	7	8	**7,6**
Alternativa II	9	7	7	7	8	**7,4**
Alternativa III	7	8	9	9	10	**9,15**

Cuadro 1.81: Valoración del sistema de pre-colisión

VI.2

Selección de la solución global

	Sistema General	Cambio de Carril	Punto ciego	Velocidad	Pre-colisión	TOTAL
Alternativa I	7,2	7,2	6,6	7,4	7,6	**7,20**
Alternativa II	5,8	7,1	6,9	7,4	7,4	**6,92**
Alternativa III	7,4	8,2	7,8	8,4	9,15	**8,19**

Cuadro 1.82: Selección de la solución

Como se puede ver, la valoración global de los riesgos de las alternativas, la viabilidad económica de las mismas y las tablas de selección nos indican que la mejor opción es la alternativa tres, pues supone un coste menor, los riesgos de la centralización son menores al estar más distribuida, y el uso de láser y radares la hacen más fiable.

Por todo ello, y con la única salvedad de la gestión de los mapas, se decide proponer la alternativa tres como solución a este problema.

VII Glosario de términos

Cifrado RSA-256: En criptografía, es un sistema criptográfico de clave pública desarrollado en 1977. Es el primer y más utilizado algoritmo de este tipo y es válido tanto para cifrar como para firmar digitalmente.

Protocolo e-call: Es un sistema de llamada de emergencia embarcado en el vehículo capaz de conectarse con el punto de atención de llamadas de emergencia más apropiado, en caso de detección de un accidente o en caso de activación manual por los ocupantes del vehículo, a través de la red de comunicación inalámbrica móvil. Este sistema ha sido desarrollado a iniciativa de la Comisión Europea y su objetivo es proporcionar ayuda rápida a los automovilistas implicados en un accidente de tráfico en cualquier parte de la Unión Europea.

Pre-crash: Anglicismo usado a lo largo del documento en sustitución de pre-colisión.

Eye Tracking: "Seguimiento de ojos" en español, es el proceso de evaluar, bien el punto donde se fija la mirada (donde estamos mirando), o el movimiento del ojo en relación con la cabeza. Este proceso es utilizado en la investigación en los sistemas visuales, en psicología, en lingüística cognitiva y en diseño de productos.

System-on-chip (SOC): Describe la tendencia cada vez más frecuente de usar tecnologías de fabricación que integran todos o gran parte de los módulos que componen un computador o cualquier otro sistema informático o electrónico en un único circuito integrado o chip.

Field Programmable Gate Array (FPGA): Es un dispositivo programable que contiene bloques de lógica cuya interconexión y funcionalidad puede ser configurada 'in situ' mediante un lenguaje de descripción especializado. La lógica programable puede reproducir desde funciones tan sencillas

como las llevadas a cabo por una puerta lógica o un sistema combinacional hasta complejos sistemas en un chip.

Ethernet: Es un estándar de redes de área local para computadores. Su nombre viene del concepto físico de *ether*. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

Ethernet se tomó como base para la redacción del estándar internacional IEEE 802.3, siendo usualmente tomados como sinónimos.

Graphics Processor Unit (GPU): Es un coprocesador dedicado al procesamiento de gráficos u operaciones de coma flotante, para aligerar la carga de trabajo del procesador central en aplicaciones como los videojuegos o aplicaciones 3D interactivas. De esta forma, mientras gran parte de lo relacionado con los gráficos se procesa en la GPU, la unidad central de procesamiento (CPU) puede dedicarse a otro tipo de cálculos (como la inteligencia artificial o los cálculos mecánicos en el caso de los videojuegos).

Bus CAN: Es un protocolo de comunicaciones desarrollado por la firma alemana Robert Bosch GmbH, basado en una topología bus para la transmisión de mensajes en entornos distribuidos. Además ofrece una solución a la gestión de la comunicación entre múltiples CPUs (unidades centrales de proceso).

Capítulo 2

Oferta

I Introducción

I.1 Objetivos de la propuesta

En este documento de oferta se detalla el plan que se quiere seguir para desarrollar el software que CARSAFETY ha solicitado. Además, gracias a este documento, el cliente evaluará si la empresa S3 ha comprendido correctamente sus necesidades. Una vez finalizado el documento, CARSAFETY valorará si está interesado en la oferta que se le propone.

Tras una introducción en la que se expone la finalidad del trabajo y una breve descripción sobre la empresa desarrolladora del producto, se procederá a explicar los objetivos principales de la propuesta.

A continuación, se le presentará al cliente la metodología de trabajo con la que se va a llevar a cabo el proyecto y el equipo encargado de su desarrollo. También es importante definir un cronograma con las actividades a realizar y una buena planificación, para poder cumplir con los plazos que el cliente exija.

Finalmente, se detallarán los recursos necesarios para poder desarrollar un proyecto de calidad, así como un presupuesto para que el cliente pueda valorar si está interesado en la propuesta.

I.2 Finalidad del trabajo a realizar

Este proyecto consiste en desarrollar un software para proporcionar una solución de seguridad avanzada en los vehículos fabricados por el consorcio de fabricantes de vehículos CARSAFETY. Dicha solución tiene que contemplar varios subsistemas que proporcionarán una conducción más segura, actuando sobre el punto ciego, el cambio involuntario de carril, la superación de la velocidad máxima permitida, la pérdida de atención al volante, las llamadas de emergencia en caso de accidente y la prevención de colisiones.

En la conducción, la seguridad del propio conductor y la de los demás usuarios implicados tiene un papel fundamental, por lo que el software tiene que ser completamente fiable, ya que un error o retraso en el cómputo de los algoritmos implementados puede tener un coste muy elevado. Además, el sistema tiene que ser capaz de reaccionar ante situaciones excepcionales, por lo que también tendrá que ser robusto.

I.3 Sobre S3

La empresa S3: Smart Software Solutions fue creada en el año 2010 por 5 estudiantes del doble grado de ingeniería informática y administración y dirección de empresas de la Universidad Carlos III de Madrid. El objetivo principal de la empresa es proporcionar soluciones de calidad, eficientes e implementadas con la última tecnología al cliente, ajustándose lo máximo posible a sus necesidades.

Tras 7 años de experiencia, S3 ha conseguido diferenciarse de la competencia gracias a los buenos resultados obtenidos en proyectos anteriores, como por ejemplo SmartCity, un proyecto dedicado a proporcionar una infraestructura que garantice un desarrollo sostenible en el sistema de iluminación, el sistema de riego y la gestión de residuos en Torrelodones.

II Objetivos del sistema a desarrollar

II.1 Descripción del sistema

El sistema a desarrollar consiste en desarrollar un sistema avanzado para mejorar la seguridad en los vehículos de CARSAFETY. Este proyecto opera tanto a nivel de hardware como a nivel de software, ya que será necesario instalar todos los componentes para detectar la información que necesite el sistema, así como los algoritmos necesarios para su correcta interpretación y comunicación con el usuario.

La propuesta abarca seis subsistemas diferentes:

- **Control del punto ciego**

  Existen ciertas zonas de visibilidad reducida desde los espejos retrovisores para el conductor. Cuando hay un vehículo en dicha zona y el conductor quiere hacer un cambio de carril, puede poner en peligro su propia seguridad y la de los demás conductores.

  Es por eso que la empresa CARSAFETY ha solicitado que en el proyecto se incluya un control del punto ciego, el cual enviará una notificación al conductor cuando no sea seguro realizar la maniobra, es decir, cuando haya un vehículo en la zona del punto ciego. Para detectar al vehículo, se utilizarán dos sonar infrarrojos colocados en las esquinas traseras del vehículo, pudiendo detectarlos a una distancia máxima de 765 cm.

- **Aviso cambio de carril**

  En ocasiones el conductor no es consciente de la distancia entre el vehículo y la línea que delimita su carril, y puede llegar a invadirlo. No solo esto es un problema, sino que además el conductor ante esta situación puede reaccionar de forma brusca al volver a su carril y ponerse él mismo en peligro y a los demás conductores.

  CARSAFETY ha tenido en cuenta esta situación y ha especificado que mediante la vibración del volante, el conductor se de cuenta si se está aproximando peligrosamente a la línea de delimitación del carril. Este sistema sólo se activará cuando se alcancen velocidades de autopista, y además el conductor podrá desactivar el sistema cuando active los intermitentes. Para desarrollar este subsistema se usará una cámara situada en la parte superior de la luna frontal del vehículo, para después mediante una FPGA poder procesar las imágenes.

- **Alertas de velocidad**

  Todas las vías tienen una velocidad máxima permitida, pero hay ocasiones en las que el conductor va a una velocidad superior a la permitida. Esto puede provocar que se produzcan accidentes de tráfico que involucren no solo al conductor del vehículo, sino también a los acompañantes y a otros vehículos que vayan circulando por la vía.

  Gracias al sistema que se propondrá para CARSAFETY, se podrá determinar la velocidad de circulación máxima permitida por la vía, ya sea por el reconocimiento de las señales de tráfico o, en caso de que no haya, por GPS. De esta forma, si el conductor supera la velocidad máxima permitida se le avisará mediante una notificación sonora. Al igual que en el anterior subsistema, se utilizará una cámara situada en la parte superior de la luna frontal del vehículo, para después mediante una FPGA poder procesar las imágenes.

- **Pérdida de atención**

Cuando el conductor de un vehículo está cansado, ya sea porque lleva muchas horas conduciendo o porque simplemente no tiene la energía necesaria para conducir, puede provocar una situación de peligro que involucre a otros conductores y a él mismo.

CARSAFETY ha solicitado poder reconocer cuándo un conductor está capacitado, o no, para conducir. Cada vez que se encienda el motor del coche, el sistema determinará la posición de los párpados del conductor y la presión que éste sobre el volante, y enviará una notificación sonora cuando sea peligroso iniciar la marcha. Si el conductor ya se encuentra conduciendo, también será posible detectar la posición de los párpados y la presión del volante cada cierto tiempo, y enviará una notificación sonora cuando esté empezando a quedarse dormido.

Además, el motor se irá deteniendo progresivamente y se encenderán las luces de emergencia. Cuando se haya detenido completamente, se activará de forma automática el freno de mano.

Para poder medir la presión que ejerce el conductor sobre el volante se utilizarán sensores para pedir la presión, la frecuencia y la posición de las manos. Además, con una cámara de reconocimiento facial se detectará la posición de los párpados del conductor.

- **Llamada automática de emergencia**

  Hay ocasiones en las que el conductor se encuentra en una situación de emergencia tras un accidente y no le es posible pedir ayuda.

  Cuando ocurra esto, el sistema enviará al "Punto de respuesta de seguridad pública" un mensaje en formato europeo estándar con las coordenadas GPS del vehículo para que el conductor pueda recibir la ayuda necesaria.

  Para este subsistema, nos ajustaremos al protocolo europeo para el formato del mensaje con las coordenadas GPS, por lo que solo será necesario un dispositivo capaz de transmitir la información en el momento del impacto.

- **Alertas precolisión**

  Los obstáculos que se encuentran en la misma trayectoria del vehículo pueden provocar graves accidentes. Algunos de esos obstáculos pueden ser detectados fácilmente por el conductor, pero hay otros que son más complicados de ver y no puede reaccionar correctamente.

  Gracias a este sistema, el vehículo aplicará unas medidas preventivas para mejorar la seguridad del conductor cuando se detecte un obstáculo. Dichas medidas serán: reducir la velocidad, ajustar los cinturones de seguridad, cerrar las ventanillas y colocar los asientos en una posición óptima para que los airbag funcionen correctamente. Para este subsistema se utilizará un láser para la detección de obstáculos, los cuales podrán ser detectados a una distancia máxima de 215 cm.

II.2 Ventajas del sistema

Tal y como se ha detallado en el punto anterior, este sistema abarca muchos aspectos que mejorarán la seguridad en la conducción tanto del propio conductor del vehículo, como de otros agentes relacionados (viandantes, otros conductores que estén en la vía, etc). Las ventajas son las siguientes:

- Reducir el número de accidentes de tráfico, ya que muchos de ellos se producen por causas evitables gracias a las nuevas tecnologías, las cuales se utilizarán para implementar el producto final.

- Los organismos públicos de gestión de carreteras (DGT) ahorrará costes en la reconstrucción de las carreteras debido a los accidentes de tráfico.

- Las empresas aseguradoras ahorrarán en las reparaciones de los vehículos involucrados en los accidentes de tráfico.
- Las empresas aseguradoras que proporcionan seguros de vida reducirán costes al haber menos accidentes de tráfico.

III Metodología de trabajo

III.1 Metodología a seguir

Es importante escoger una buena metodología de trabajo para poder desarrollar aplicaciones, ya que nos proporcionará todas las herramientas y procedimientos que se necesitan para conseguir un buen resultado y reducir el riesgo.

Las metodologías que se han escogido para este proyecto son: Craig Larman, Métrica V3 y los estándares IEEE. Es necesario utilizar Métrica V3 para poder definir correctamente todo el proyecto software, ya que hay algunos aspectos que no están contemplados en la metodología de Craig Larman, y viceversa. Además, utilizaremos el estándar IEEE-830 para la especificación de requisitos.

La metodología Craig Larman parte de uno de los modelos de proceso descritos en el Unified Process. Con el objetivo realizar el trabajo de una manera más eficiente, el UP aplica técnicas iterativas, incrementales y dirigidas por casos de uso. El método Craig Larman se compone de tres fases:

1. **Planificación y especificación de requisitos:** esta etapa consiste en definir todos los requisitos necesarios en el sistema, así como los casos de uso. Además, se realizará un borrador del modelo conceptual del sistema.

2. **Construcción:** esta etapa es iterativa, debido a que de esta manera se consigue refinar el proyecto en cada una de las iteraciones. En cada una de ellas van surgiendo cambios que pueden llegar a afectar a próximas versiones, y por lo tanto, no se desperdician recursos. Para cada iteración se realiza un análisis, diseño, implementación y pruebas de un número reducido de casos de uso.

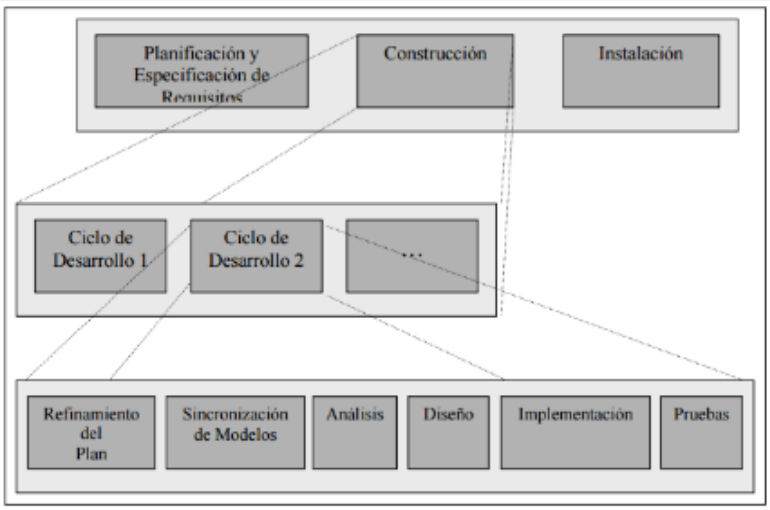


Figura 2.1: Fase de construcción

3. **Instalación:** una vez se alcanza la versión deseada por el cliente, se procede a la entrega del software.

Métrica V3 ha sido desarrollada en España por el Ministerio de Administraciones Públicas, debido a la necesidad de estandarizar una metodología para el desarrollo de proyectos software. Principalmente, está dirigida a las empresas públicas, aunque también es posible aplicarlo en las empresas privadas.

El estudio de la viabilidad del sistema (EVS), el plan de gestión de la configuración y el plan de calidad será redactados siguiendo esta metodología, ya que la metodología de Craig Larman no abarca dichos documentos. A parte, para la especificación de requisitos se utilizará la plantilla que proporciona la metodología que dicta el estándar IEEE-830, ya que aunque se puede seguir la Métrica V3 para especificar los requisitos, es más conveniente usar la otra metodología ya que los requisitos quedan mejor definidos y los campos de la plantilla aportan más información.

IV Equipo de trabajo

IV.1 Procedimiento de estimación de recursos

En este apartado se describe tanto el hardware, como el software y los recursos humanos que vamos a utilizar en la realización de este proyecto:

El hardware necesario se ha clasificado en:

- **Entorno de desarrollo:** Para poder desarrollar correctamente el sistema, CARSAFETY nos proporcionará un automóvil sobre el que trabajaremos. Esto, al ser un coste asumido por el cliente no viene reflejado en el documento de costes. Para poder adaptar correctamente el proyecto a los vehículos de CARSAFETY, será necesario realizar un estudio exhaustivo para que no haya errores de adaptabilidad y sea completamente integrable.

- **Entorno de producción:** Debido a que ya se ha realizado el estudio de viabilidad del sistema, el cliente se ha decantado por una de las alternativas que le propusimos, por lo que sabemos con exactitud qué elementos hardware son necesarios para la realización del proyecto. Es por ello que las cámaras, los sensores y otros elementos de computación necesarios se reflejarán en la partida de costes.

Para la realización de este proyecto se ha pensado utilizar herramientas para favorecer el trabajo en grupo, la coordinación y la comunicación entre los miembros del equipo. Casi todas estas herramientas necesitan una licencia para poder ser utilizadas, estando el precio reflejado en el documento de costes. Las herramintas que se utilizarán son las siguientes: BitBucket, Office 365, Toggl, Trello, Slack, Google Apps for Work, Photoshop y Atom (Herramienta gratuita).

Los recursos humanos implicados en el proyecto estarán formados por siete personas, cada una teniendo asignada una tarea específica. El trabajo conjunto realizado por cada una de estas siete personas tendrá como resultado un buen desarrollo del proyecto adaptándose lo máximo posible a las necesidades del cliente.

IV.2 Equipo de trabajo

El equipo de trabajo estará formado por los siguientes miembros:

- **Jefe de proyecto:** es la persona responsable de la gestión del proyecto. Se debe encargar de que el cliente se encuentre satisfecho durante todo momento con el proyecto que se está generando, cumpliendo con los costes y los plazos de entrega definidos. Al igual que el equipo de proyecto, el esfuerzo y trabajo del jefe de proyecto se verán recompensados económicamente.

  - **Responsable:** Alberto García Hernández

- **Analista de sistemas:** es la persona encargada de elaborar los requisitos del sistema, de tal manera que se correspondan con las especificaciones establecidas por el cliente que solicita el sistema.

  - **Responsable:** Daniel González de la Hera

- **Gestión de configuración:** es el responsable de asegurar que los cambios realizados en el sistema no afecten a la calidad del mismo durante cualquiera de las etapas de desarrollo.

  - **Responsable:** Juan Abascal Sánchez

- **Gestión de calidad:** es el responsable de garantizar que el sistema sea consistente, además de definir los estándares de calidad para que el cliente esté satisfecho con el producto.
  - **Responsable:** Adriana Lima
- **Responsable de pruebas:** es el responsable de definir las pruebas necesarias para asegurar que el producto satisface los requisitos establecidos, para tratar de reducir el número de fallos y limitaciones del sistema.
  - **Responsable:** Carlos Olivares Sanchez-Manjavacas.
- **Desarrolladores:** es el equipo encargado de desarrollar los requisitos establecidos.
  - **Responsables:** Carlos Tormo Sánchez y Irina Shayk.

IV.3 Organigrama del equipo

El organigrama del equipo de trabajo es plano con la excepción del jefe de proyecto, quien se sitúa en el puesto más alto del equipo. A continuación, se mostrará dicho organigrama:

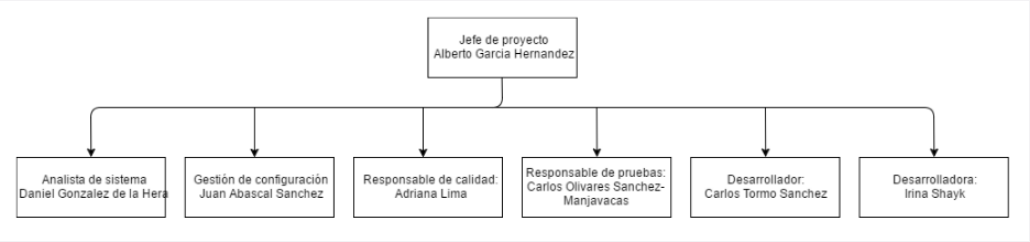


Figura 2.2: Organigrama del equipo

IV.4 Organización de los trabajos

En primer lugar, el jefe del proyecto y el analista de sistemas se reunirán con el cliente para identificar sus necesidades y obtener una primera versión de los requisitos que debe tener el sistema. Tras esta primera reunión, los analistas estudiarán los requisitos y determinarán si hay alguno que no encaje bien o no se pueda realizar. Una vez finalizado este estudio, volverá a haber una reunión con el cliente para hacer una valoración del estudio y especificar de manera correcta todos los requisitos. A parte de esta primera toma de contacto con el cliente, durante el desarrollo del proyecto habrá más reuniones ya que siempre surgen pequeños problemas o limitaciones que son necesarias comunicarle.

A continuación, el analista de sistemas y el equipo de desarrollo se reunirán para empezar a desarrollar el diseño de la aplicación y posteriormente su desarrollo. En este punto, el responsable de la gestión de configuración se tiene que asegurar que se cumple con las especificaciones dadas por el cliente. Además, el responsable de la gestión de calidad, tiene que asegurarse que durante toda esta fase se están cumpliendo los estándares de calidad definidos en el plan de calidad entregado al cliente.

Finalmente, el responsable de pruebas, a medida que los subsistemas encargados por el cliente estén disponibles, será el encargado de realizar las pruebas necesarias para poder entregarle al cliente un producto fiable, completo y eficiente.

En todo momento el jefe de proyecto irá supervisando cada una de las actividades para asegurarse que se cumple con la metodología definida, así como para asegurarse que se cumplen los plazos acordados con el cliente.

V Organización de los trabajos

Para llevar a cabo la organización de las tareas necesarias para el proyecto, se va a seguir el modelo basado en iteraciones de Craig Larman, con unas ligeras modificaciones para ajustarse al modelo de Métrica v3.

Semana	ID	Tareas	Control	Supervisión
Semana 1 y 2	F1	1. Oferta y Documento de Control de Costes	06/02/17	Jefe de Proyecto
Semana 2 y 3	F2	2. Estudio de Viabilidad del Sistema	20/02/17	Jefe de Proyecto
Semana 4	F3	3. Plan de Gestión de la Calidad	24/02/17	Jefe de Proyecto
Semana 4	F4	4. Plan de Gestión de la Configuración	24/02/17	Jefe de Proyecto
		5. Planificación y Especificación de Requisitos		
Semana 5	P1	5.1. Diagrama de Casos de Uso	03/03/17	Jefe de Proyecto
Semana 6	P2	5.2. Descripción de Casos de Uso de Alto Nivel	08/03/17	Jefe de Proyecto
Semana 6	P3	5.3. Estimación y Priorización	10/03/17	Jefe de Proyecto
		6. Análisis		
Semana 7	A1	6.1. Casos de Uso expandidos	17/03/17	Jefe de Proyecto
Semana 8	A2	6.2. Contrato de Operaciones	23/03/17	Jefe de Proyecto
Semana 9	A3	6.3. Modelo Conceptual	29/03/17	Jefe de Proyecto
Semana 9	A4	6.4. Arquitectura del Sistema	30/04/17	Jefe de Proyecto
		7. Diseño		
Semana 10	D1	7.1 Diagrama de Clases	06/04/17	Jefe de Proyecto
Semana 10	D2	7.2. Diagrama de Secuencia	06/04/17	Jefe de Proyecto
Semana 10	D3	7.3. Diagrama de Transiciones de Estados	07/04/17	Jefe de Proyecto
Semana 11	I1	8. Refinamiento del Plan	12/04/17	Jefe de Proyecto
Semana 11	I2	9. Sincronización de modelos	12/04/17	Jefe de Proyecto
Semana 12, 13 y 14	I3	10. Desarrollo	27/04/17	Jefe de Proyecto
Semana 12, 13 y 14	I4	11. Pruebas	27/04/17	Jefe de Proyecto
Semana 15	I5	12. Revisión de modelos y diagramas	02/05/17	Jefe de Proyecto
Semana 15	I6	13. Refinamiento del Plan	02/05/17	Jefe de Proyecto
Semana 15	I7	14. Sincronización de modelos	02/05/17	Jefe de Proyecto
Semana 15, 16 y 17	I8	15. Desarrollo	18/05/17	Jefe de Proyecto

Continúa en la siguiente pagina

Semana	ID	Tareas	Control	Supervisión
Semana 15, 16 y 17	I9	16. Pruebas	18/05/17	Jefe de Proyecto
Semana 18	I10	17. Revisión de modelos y diagramas	23/05/17	Jefe de Proyecto
Semana 18	I11	18. Refinamiento del Plan	23/05/17	Jefe de Proyecto
Semana 18	I12	19. Sincronización de modelos	23/05/17	Jefe de Proyecto
Semana 18, 19 y 20	I13	20. Desarrollo	15/06/17	Jefe de Proyecto
Semana 18, 19 y 20	I14	21. Pruebas	15/06/17	Jefe de Proyecto
Semana 21	I15	22. Instalación	23/06/17	Jefe de Proyecto

Cuadro 2.1: Organización del Proyecto

VI Planificación

VI.1 Gantt

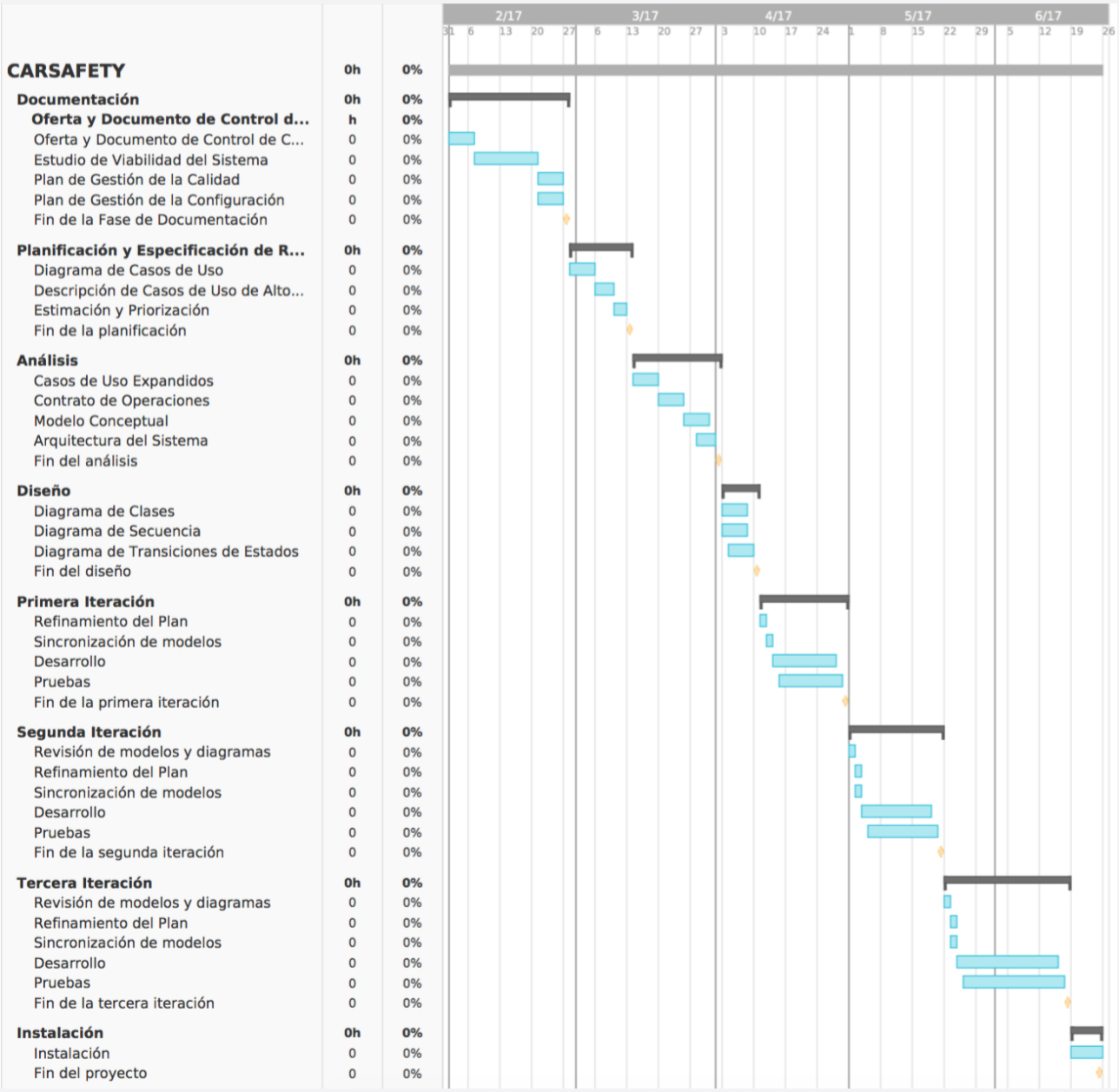


Figura 2.3: Horas invertidas por cada miembro del equipo

VI.2 Método de seguimiento y control de desviaciones

Un seguimiento periódico de un proyecto en el que se compruebe si se está siguiendo correctamente la planificación y que gestione las desviaciones y contratiempos lo más eficientemente posible es un punto clave e imprescindible para el éxito de un proyecto.

- **Método de seguimiento interno**

  para poder reducir las desviaciones, todo el equipo deberá conocer la planificación y deberá ajustarse al plan establecido. Por otro lado, el Jefe de Proyecto mantendrá reuniones quincenales con los responsables de las tareas que se encuentran en proceso, realizando un informe con el fin de informar periódicamente al cliente del estado actual del proyecto. Estas reuniones se comenzarán a mantener una vez haya concluido la planificación del proyecto, y se repetirán de forma periódica durante el ciclo de vida restante del proyecto. Para valorar el estado actual y compararlo de una forma fiable con la planificación, se utilizará el método del valor conseguido, estableciendo hitos y comparándo el progreso actual con lo planificado previamente.

- **Método de seguimiento externo**

  quincenalmente, el Jefe de Proyecto enviará el informe del progreso actual del proyecto al cliente. Presencialmente, se realizarán reuniones mensuales para resolver dudas importantes e informar de una forma más visual, por medio de presentaciones, del progreso del proyecto. Los participantes de estas reuniones serán: el Cliente, el Analista Jefe y el Jefe de Proyecto.

VII Recursos

VII.1 Currículos

Jefe de Proyecto	
Nombre:	Alberto García
Dirección:	Calle Marques de Urquijo 15 3º C
Fecha de nacimiento:	27 de Mayo de 1986
Teléfono:	643 45 79 06
E-mail:	albergar2@gmail.com
Formación	
Universidad Carlos III Madrid:	(2004-2010) Doble grado en ingeniería informática y administración de empresas
University of Warwick:	(2010-2011) MBA
Experiencia Profesional	
Mahou-SanMiguel	(2011 - 2014) Project Manager
S^3	(2014 - Actualidad) Project Manager
Capacidades	
Liderazgo	Trabajo en Equipo
Negociación	Comunicación

Cuadro 2.2: Jefe de Proyecto

Analista de sistemas	
Nombre:	Daniel González de la Hera
Dirección:	Av. de Concha Espina, 1, 28036 Madrid
Fecha de nacimiento:	14 de Octubre de 1987
Teléfono:	611 92 48 13
E-mail:	dgdelahera@gmail.com
Formación	
Universidad Carlos III Madrid:	(2004-2010) Doble grado en ingeniería informática y administración de empresas
Universitat Oberta de Catalunya:	(2011-2013) Máster en Software Libre
Fundación Universitaria Iberoamericana:	(2014-2016) Doctorado en Proyectos
Experiencia Profesional	
KPMG :	(2009-2010) Prácticas en el ámbito de desarrollo de proyectos software
S^3	(2010 - Actualidad) Responsable en el área de análisis de sistemas
Capacidades	
Liderazgo	Trabajo en Equipo

Cuadro 2.3: Analista de Sistemas

Responsable de Pruebas	
Nombre:	Carlos Olivares Sánchez-Manjavacas
Dirección:	C/ Almendros 8 (de los), 28821 Madrid
Fecha de nacimiento:	29 de Marzo de 1991
Teléfono:	624 54 36 11
E-mail:	carlos.olivares.sm@ss3.com
Formación	
Universidad Carlos III Madrid:	(2008-2012) Doble grado en ingeniería informática y administración de empresas
MIT:	(2013-2015) Master in Software Engeniring
Experiencia Profesional	
Kingston University :	(2010-2012) Prácticas en el ámbito de desarrollo machine learning
S^3	(2012 - Actualidad) Responsable en el área de Pruebas
Capacidades	
Liderazgo	Trabajo en Equipo

Cuadro 2.4: Analista de Sistemas

Gestón de la configuración	
Nombre:	Juan Abascal Sánchez
Dirección:	Calle de Salsipuedes 28081, Madrid
Fecha de nacimiento:	27 de Noviembre de 1989
Teléfono:	632 92 48 11
E-mail:	jabascal@sss3.es
Formación	
IEB School	(2013) Máster en Gestión Ágil de proyectos
Universidad Carlos III de Madrid	(2006-2011) Doble grado en ingeniería informática y administración de empresas
Experiencia Profesional	
S^3	(2015 - Actualidad) Control de Versiones y Calidad
GitHub Inc.	(2011 - 2015) Programador Senior
Capacidades	
Perfil Técnico	Trabajo en equipo
Buena Comunicación	Responsabilidad

Cuadro 2.5: Responsable de Gestón de la Configuración

Responsable de Calidad	
Nombre:	Adriana Lima
Dirección:	Calle Falsa 123, 28003, Madrid
Fecha de nacimiento:	12 de Junio de 1981
Teléfono:	612 345 678
E-mail:	a.lima@sss3.es
Formación	
Universidad Politécnica de Madrid	(2004-2006) Máster en Ingeniería del Software
Universidad Carlos III de Madrid	(1999-2003) Grado en ingeniería informática
Experiencia Profesional	
S^3	(2010 - Actualidad) Responsable en el área de gestión de la calidad
Accenture	(2005 - 2009) Consultora en el área de tecnología
Capacidades	
Motivación	Trabajo en equipo
Autonomía	Responsabilidad

Cuadro 2.6: Responsable de Calidad

Programador I	
Nombre:	Carlos Tormo Sánchez
Dirección:	Calle Mayor 42, Madrid
Fecha de nacimiento:	21 de Marzo de 1985
Teléfono:	612 34 56 78
E-mail:	ctormo@sss3.es
Formación	
Universidad Carlos III Madrid:	(2003 - 2009) Doble grado en ingeniería informática y administración de empresas
Universidad Carlos III Madrid:	(2010-2012) Máster en tecnologías de la computación aplicadas al sector financiero
Experiencia Profesional	
La Caixa	(2007 - 2008) Prácticas universitarias en el área de desarrollo de la aplicación móvil de La Caixa
Everis	(2009 - 2010) Contrato a jornada completa en el área de desarrollo web con la herramienta Liferay
S^3	(2010 - Actualidad) Fundador de la compañía y especializado en el área de desarrollo
Capacidades	
Responsable	Trabajo en Equipo
Negociación	Compañerismo

Cuadro 2.7: Programador I

Programadora II	
Nombre:	Irina Shayk
Dirección:	Calle Lombardía 13, 28003, Madrid
Fecha de nacimiento:	6 de Enero de 1986
Teléfono:	612 335 348
E-mail:	ishayk@sss3.es
Formación	
Universidad de Deusto	(2004-2009) Ingeniería Informática
Experiencia Profesional	
S^3	(2010 - Actualidad) Programadora Senior
Capacidades	
Resolución de Problemas	Trabajo en Equipo

Cuadro 2.8: Programadora II

VII.2 Capacidad técnica y de gestión

Para poder realizar correctamente el proyecto se necesitarán un conjunto de herramientas software y hardware, las cuales se detallan a continuación.

Todo el material mencionado en este punto, se ha especificado también en el documento de costes, con el precio de sus licencias y las unidades necesarias.

VII.2.1 Software

Se necesitarán las herramientas ofimáticas que proporciona Office tales como Word, Excel, Power Point, Project (para realizar el diagrama de GANT), etc. Para poder escribir el código del proyecto se utilizará el editor de texto Atom. Finalmente, cuando sea necesario trabajar con imágenes se utilizará la herramienta Photoshop.

Además, también será necesaria la herramienta Trello, la cual será utilizada para que cada miembro del equipo sepa qué tareas tiene asignadas y cual es el estado de las mismas.

Para poder tener un recuento de las horas que emplea cada miembro del equipo en el desarrollo del proyecto, se utilizará la herramienta Toggl. Dicho software permite crear varios proyectos compuestos por varios miembros, los cuales serán los encargados de activar el contador cuando se esté trabajando en el proyecto.

Para que los miembros del equipo puedan comunicarse, se utilizará la herramienta Slack, además de tener contratado el pack Google Apps for Work, el cual ofrecerá un servicio de correo electrónico para todos los miembros.

Dado que trabajaremos tanto con equipos de la marca Apple como de Microsoft, se utilizarán ambos sistemas operativos, además de Linux. Gracias a la herramienta BitBucket cada miembro del equipo actualizará constantemente su progreso en el proyecto.

VII.2.2 Material de Desarrollo

El material para desarrollar que se utilizará en este proyecto consta de dos *tablets* y cinco ordenadores portátiles. Estos equipos serán utilizados únicamente para trabajar en la empresa, pero los integrantes del proyecto también pueden utilizar sus propios equipos si así lo prefieren. En el caso que sea necesario imprimir algún documento relacionado con el proyecto, también se podrá hacer mediante la impresora que se pondrá a disposición de los empleados.

VIII Presupuesto

A continuación, se muestra el presupuesto final del proyecto, desglosando en los distintos costes que lo forman. La duración de dicho proyecto es de 21 semanas. El IVA aplicado es del 21 %. Para el cálculo de este presupuesto se han usado los costes calculados en el Capítulo 3.

DESCRIPCIÓN	**TOTAL**
Sueldo del equipo de trabajo	134.951,55
Amortización de Equipos informáticos	1.432,93
Software informático	355,74
Material fungible	285,90
Material de pruebas	617,72
Viajes y dietas	3.400
Costes indirectos	21.000
TOTAL	162.043,84

Cuadro 2.9: Resúmen de costes totales.

En esta tabla se muestra el coste del proyecto sin I.V.A, así como, el riesgo y el beneficio a obtener por la empresa.

DESCRIPCIÓN	**TOTAL**
Coste del proyecto (sin IVA)	162.043,84
Riesgo (en porcentaje)	15 %
Beneficio (en porcentaje)**	15 %
TOTAL (sin IVA)	214.302,97
IVA 21 %	45.003,62
TOTAL	259.306,59

Cuadro 2.10: Riesgos y beneficios.

El pago del proyecto se repartirá de la siguiente forma:

- Se realizará un primer pago del **30** % (77.791,97)al realizar la firma del contrato.
- Se realizará un pago del **50** % (129.653,29)tras realizar la fase de diseño.
- Se realizará un pago del **20** % (51.861,31) cuando finalice el proyecto.

Este documento de oferta tiene validez hasta el 31/6/2017.

Alberto García Hernández
Jefe de Proyecto

CARSAFETY
Cliente del proyecto

Capítulo 3

Costes

I Introducción

A lo largo de este apartado se procederá a evaluar la estimación de costes que supondrá el desarrollo de este proyecto. Para ello, en primer lugar, se indicará el personal a cargo del proyecto, así como el coste por hora de trabajo de cada uno de ellos. Tras realizar una estimación de horas realizadas por cada uno de los empleados, se estimará el coste total del salario del personal que trabajará en el proyecto.

Así mismo, se hará una estimación del coste del material informático utilizado (tanto el referente al software como al hardware), del material fungible, del material del pruebas, de los viajes y dietas y de los costes indirectos.

Con todo ello, se proporcionará una estimación del coste total del proyecto, que será utilizada para el presupuesto del mismo y para el documento de oferta remitida.

II Cálculo de Costes

II.1 Resumen del personal a cargo

Para el desarrollo del proyecto necesitaremos un total de siete miembros trabajando en el equipo. En este personal deberá haber un Jefe de Proyecto, encargado de liderar el equipo y ofrecer las directrices necesarias para el desarrollo del mismo. Así mismo, se contará con un Analista de Sistemas, un especialista en la Gestión de Configuración, un responsable de pruebas y otro de calidad y dos desarrolladores.

Así, en la tabla 3.1 se puede observar qué empleados formaran parte del equipo de trabajo de este proyecto y cuál será su salario por hora de trabajo.

Por otro lado, en la tabla 3.2 se puede observar el número de horas realizado por cada miembro del equipo en cada una de las tareas.

Para esta estimación se ha utilizado la estimación mediante casos de uso. Puede verse más información en **??**.

CARGO	NOMBRES	COSTE/HORA
Jefe de Proyecto	Alberto García	35
Analistas de Sistemas	Daniel González	30
Gestión de Configuración	Juan Abascal	25
Responsable de Calidad	Adriana Lima	25
Responsable de Pruebas	Carlos Olivares	25
Desarrolladores	Carlos Tormo y Irina Saik	20

Cuadro 3.1: Resumen de personal.

	Análisis (horas)	Diseño (horas)	Programación (horas)	Pruebas (horas)	Sobrecarga (horas)	TOTAL (horas)
Jefe de Proyecto	52,05	197,80	104,10	78,08	390,39	822,42
Analista	364,36	416,42	0,00	0,00	35,14	815,92

Continúa en la siguiente página

	Análisis (horas)	Diseño (horas)	Programación (horas)	Pruebas (horas)	Sobrecarga (horas)	TOTAL (horas)
Gestión de la Configuración	41,64	197,80	0,00	0,00	269,37	508,81
Responsable de Calidad	41,64	197,80	104,10	156,16	39,04	538,74
Responsable de Pruebas	10,41	10,41	416,42	546,55	39,04	1.022,82
Desarrollador 1	5,21	10,41	728,73	0,00	3,90	748,25
Desarrollador 2	5,21	10,41	728,73	0,00	3,90	748,25
TOTAL	**520,52**	**1.041,04**	**2.082,08**	**780,78**	**780,78**	**5.205,20**

Cuadro 3.2: Reparto de horas

II.2 Salarios de los empleados

Tras estudiar en el apartado anterior el número de horas que se estima realizará cada uno de los empleados en el proyecto, y sabiendo también el coste de los mismos por hora, a continuación se expone el salario total que percibirá cada uno de los empleados. Es esta la información que contiene la tabla 3.3.

CARGO	NOMBRE	TOTAL HORAS	COSTE (€)
Jefe de Proyecto	Alberto García	822,42	28.784,76
Analista de Sistemas	Daniel González	815,92	24.477,45
Gestión de Configuración	Juan Abascal	508,81	12.720,21
Responsable de Calidad	Adriana Lima	538,74	13.468,46
Responsable de Pruebas	Carlos Olivares	1.022,82	25.570,77
Desarrollador 1	Carlos Tormos	748,25	14.964,95
Desarrollador 2	Irina Saik	748,25	14.964,95
TOTAL			**134.951,55**

Cuadro 3.3: Coste de empleados.

II.3 Equipos informáticos

Para el desarrollo del proyecto haremos uso de los equipos informáticos indicados en la tabla 3.4. En ella se puede ver el coste total de los dispositivos. Sin embargo, al usarlos únicamente durante los seis meses que dura el proyecto, en la misma se indica el coste que supondrá el uso de los mismos durante ese periodo de tiempo (amortización). Para el cálculo de la misma, se ha supuesto que todos los equipos se amortizan en 3 años.

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO UNITARIO (€)	TOTAL (€)	AMORTIZACIÓN (€)
Tablets IPAD	2	400	800	133,28
Ordenadores MAC	2	1400	2.800	466,48
Ordenadores HP	3	800	2.400	399,84
Servidor dedicado	1	300€/mes	1.800	300
Impresora	1	400	800	133,33
TOTAL			**8.600**	**1.432,93**

Cuadro 3.4: Hardware informático.

II.4 Herramientas del software

Serán necesarias las licencias de los programas indicados en la tabla 3.5 para el desarrollo del proyecto. Para la parte de desarrollo, se utilizará el control de versiones git mediante el programa BitBucket, y el editor de código Atom. Para el desarrollo de la documentación necesaria se utilizará Office. Para la gestión del proyecto y el control de tareas y tiempos se utilizarán los programas Toggle y Trello.

Así mismo, para la gestión general del proyecto y la comunicación entre miembros del equipo se usaran las *suits* Google Apps for Work y Slack.

Por otro lado, para la elgaboración de las presentaciones y el material gráfico se utilizará tanto Office como Photoshop respectivamente.

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO UNITARIO	TOTAL (€)
Licencias Office365	7	8,80€/mes	52,8
Licencia Toggle	7	9€/mes	54
Licencia Trello	7	10€/mes	60
Licencia Slack	7	7,5€/mes	45
Google Apps for Work	7	4€/mes	24
Licencia Photoshop	3	19,99€/mes	119,94
Licencia Atom	7	0€/mes	0
Licencia BitBucket	7	0€/mes	0
TOTAL			**355,74**

Cuadro 3.5: Software informático.

II.5 Material fungible

Será necesario distinto material de oficina, así como fotocopias y recambios de la impresora, para el desarrollo del proyecto. Pueden verse estos costes en la tabla 3.6. Se estima que se imprimirán unas dos mil páginas entre los documentos internos, los presentados al cliente y los documentos oficiales requeridos. Sabiendo que el coste del tóner es de 42,95 €y estimando una duración de 1200 páginas por tóner, se requerirán dos tóners. Como

material de oficina, se necesitarán los folios usados (un paquete de 2500 tiene un valor de 24,36 €), bolígrafos (tanto normales como *veleda*), grapadora con grapas y similar. Se estima el coste de todo ello en 200 €.

DESCRIPCIÓN	TOTAL (€)
Recambios de impresora	85,90
Material de oficina	200
TOTAL	**285,90**

Cuadro 3.6: Material fungible.

II.6 Material de pruebas

Para poder realizar las pruebas del producto desarrollado se necesita el hardware que soporte nuestro software. Así, el equipamiento que se estima será necesario está contenido en la tabla 3.7. A priori, serán necesarias tres cámaras, una antena GPS, un sensor de distancia y una Rapsberry y un Arduino como procesadores de la información. Sin embargo, este material podrá variar en función de la solución definitiva escogida más adelante. Estimamos que esta variación será de $\pm 20\,\%$.

DESCRIPCIÓN	TOTAL (€)
3 cámaras NetGear	400,71
Antena GPS Garmin GA 25MCX	19,53
Sensor de distacia	19,53
Quit Rapsberry Pi 3	85
Arduino Mega 2560	35
TOTAL	**559,77**
Desviación 20 %	119,95
TOTAL CON DESV.	**617,72**

Cuadro 3.7: Material de pruebas.

II.7 Viajes y dietas

A lo largo del proyecto se celebrarán reuniones con los distintos *stakeholders* del proyecto, lo que collevará tanto gastos de la gasolina utilizada en los viajes como de las posibles comidas a las que serán invitados dichos *stakeholders*. Así, se estima que se realizarán unos 5.000 km a lo largo del proyecto. Con un consumo medio de $5,7 litros/100 km$ y un coste medio de gasolina de $1,41 e/litro$, el coste total de gasolina será de 400 €.

Por otro lado, se estia que se mantendrán 15 comidas con los *stakeholders* a un precio medio de 200 €la comida (seis comensales de media).

DESCRIPCIÓN	TOTAL (€)
Gasolina	400
Comidas	3.000
TOTAL	**3.400**

Cuadro 3.8: Viajes y dietas.

II.8 Costes indirectos

En la siguiente tabla mostramos los costes indirectos derivados de las reuniones que mantendrá el equipo y su espacio de trabajo. Al no disponer de oficina física, no existen gastos de electricidad o similares. Sin embargo, si existen gastos asociados al alquiler de una sala co-working, que se alquilará durante 5 horas al día. Así se refleja en la tabla 3.9, cuyo cálculo se realiza mediante un coste de 40 euros la hora un total de 5 horas semanales.

DESCRIPCIÓN	TOTAL
Alquiler espacio co-working (Sala Tokio - Impact Hub Madrid)	1000€/semana
TOTAL	**21.000€**

Cuadro 3.9: Costes indirectos.

III Costes totales

A continuación, se muestra el presupuesto final del proyecto, desglosando en los distintos costes que lo forman. La duración de dicho proyecto es de 21 semanas. El IVA aplicado es del 21 %. Para el cálculo de este presupuesto se han usado los costes calculados en el Capítulo 3.

DESCRIPCIÓN	TOTAL
Sueldo del equipo de trabajo	134.951,55
Amortización de Equipos informáticos	1.432,93
Software informático	355,74
Material fungible	285,90
Material de pruebas	617,72
Viajes y dietas	3.400
Costes indirectos	21.000
TOTAL	162.043,84

Cuadro 3.10: Resúmen de costes totales.

En esta tabla se muestra el coste del proyecto sin I.V.A, así como, el riesgo y el beneficio a obtener por la empresa.

DESCRIPCIÓN	**TOTAL**
Coste del proyecto (sin IVA)	162.043,84
Riesgo (en porcentaje)	15 %
Beneficio (en porcentaje)**	15 %
TOTAL (sin IVA)	214.302,97
IVA 21 %	45.003,62
TOTAL	259.306,59

Cuadro 3.11: Riesgos y beneficios.

Capítulo 4

Diagrama Final de Casos de uso y Matriz de trazabilidad

I Actores

Un actor representa una entidad externa al sistema que se relaciona con este y le demanda una funcionalidad. Esta definición engloba a los actores humanos, pero también a conceptos abstractor como puede ser el tiempo o el tick de reloj de un sistema. En este proyecto podemos determinar los siguientes actores:

Existen varios objetivos que se desean cumplir con el desarrollo del proyecto:

Conductor: actor humano que conduce el vehículo con el sistema de CARSAFETY.

Objeto: cualquier elemento, cosa, persona que se encuentre en las inmediaciones del vehículo.

GPS: conexión GPS con los satélites.

Señal: señal de trafico.

Reloj: tick de reloj del sistema, reprentando el tiempo.

Lineas de carril: lineas de delimitación del carril.

II Diagrama de casos de uso

A continuación se adjunta el diagrama de casos de uso para el sistema planteado:

Figura 4.1: Diagrama de Casos de uso

III Matriz de trazabilidad

Con el fin de optimizar la extensión de la matriz de trazabilidad, se va a usar la siguiente nomenclatura para referenciar a los casos de uso:

- **CDU-01:** Activar Notificación de Punto Ciego en el Retrovisor.
- **CDU-02:** Activar Notificación Sonora de Punto Ciego.
- **CDU-03:** Hacer Vibrar el Volante.
- **CDU-04:**Corregir el Volante.
- **CDU-05:** Activar notificación por velocidad máxima.
- **CDU-06:** No Superar Límite de Velocidad.
- **CDU-07:** Desactivar Notificaciones.
- **CDU-08:** Activar Notificación de Descanso.
- **CDU-09:** CDU-10: Detener Vehículo.
- **CDU-10:** Realizar Llamada de Emergencia.
- **CDU-11:** Activar notificación por riesgo de colisión.
- **CDU-12:** Preparar vehículo para impacto.

- **CDU-13:** Reducir velocidad.

	CDU-01	CDU-02	CDU-03	CDU-04	CDU-05	CDU-06	CDU-07	CDU-08	CDU-09	CDU-10	CDU-11	CDU-12	CDU-13
RF-01	X	X											
RF-02	X	X											
RF-03	X	X											
RF-04		X											
RF-05			X	X									
RF-06			X	X									
RF-07			X										
RF-08			X	X									
RF-09			X	X									
RF-10					X	X							
RF-11					X	X							
RF-12					X	X							
RF-13					X	X							
RF-14					X	X							
RF-15					X	X							
RF-16					X	X							
RF-17					X	X							
RF-18					X	X							
RF-19					X	X							
RF-20					X	X							
RF-21					X	X							
RF-22						X							
RF-23							X						
RF-24							X						
RF-25								X					
RF-26								X					
RF-27								X					

Continúa en la siguiente página

	CDU-01	CDU-02	CDU-03	CDU-04	CDU-05	CDU-06	CDU-07	CDU-08	CDU-09	CDU-10	CDU-11	CDU-12	CDU-13
RF-28								X	X				
RF-29										X			
RF-30										X			
RF-31										X			
RF-32										X			
RF-33										X			
RF-34											X	X	
RF-35											X	X	
RF-36											X		
RF-37									X				
RF-38												X	X
RF-39												X	
RF-40												X	
RF-41												X	
RF-42												X	
RF-43												X	

Cuadro 4.1: Matriz de Trazabilidad de casos de uso

Capítulo 5

Casos de uso de alto nivel

I Formato de los casos de uso de alto nivel

Para la representación de los Casos de Uso de Alto Nivel se ha utilizado la tabla 5.1:

Identificador
Nombre
Actores
Tipo
Descripción
Precondiciones
Postcondiciones

Cuadro 5.1: Formato de las tablas de los casos de uso

Vamos a proceder a explicar cada uno de los campos de la tabla 5.1:

Identificador: a cada caso de uso se le ha asignado un código con el formato: CDU-XX, donde XX representa el número del caso de uso. Este codigo es utilizado para identificar a los casos de uso inequívocamente, y no vincula a los casos de uso de ninguna forma.

Nombre: todos los casos de uso tendrán asignado un nombre, que resumirá breve y concisamente el propósito del caso de uso en cuestión. Actores: en este campo se enumerarán los actores involucrados en el caso de uso en cuestión.

Tipo: los casos de uso se pueden clasificar según dos criterios:

- **Primario, secundario u opcional:** destacando la importancia del caso de uso.
- **Esencial o real:** indicando el grado de compromiso con la implementación.

Descripción: es este campo se describe detalladamente el proceso que sigue cada uno de los casos de uso.

Precondiciones: se describirán las condiciones previas a la realización de los casos de uso

Postcondiciones: se describirá el estado del sistema una vez se haya producido el caso de uso.

II Casos de uso de alto nivel

CDU-01

Nombre	Activar notificación de punto ciego en el retrovisor
Actores	Objeto
Tipo	Primario y real
Descripción	Cuando haya un objeto en el punto ciego, se activará una notificación luminosa en el retrovisor que se encuentre en el mismo lado del vehículo que el objeto.
Precondiciones	- Objeto situado en el punto ciego.
Postcondiciones	- Se encenderá una notificación luminosa en el retrovisor del lado del vehículo en el que se encuentre el objeto.

Cuadro 5.2: Caso de uso de alto nivel 01

CDU-02

Nombre	Activar notificación sonora por punto ciego
Actores	Conductor
Tipo	Primario y esencial
Descripción	Cuando el sistema detecte que hay un objeto en el punto ciego del vehículo, y el conductor tenga el intermitente activado, se activará una notificación sonora.
Precondiciones	- El intermitente tiene que estar activo. - Hay un vehículo en el punto ciego del vehículo
Postcondiciones	- Se encenderá una notificación luminosa en el retrovisor del lado del vehículo en el que se encuentre el objeto.

Cuadro 5.3: Caso de uso de alto nivel 02

CDU-03	
Nombre	Hacer vibrar el volante
Actores	Líneas de carril
Tipo	Primario y esencial
Descripción	Cuando el vehículo detecte que existe una desviación superior al 10 % entre la trayectoria del carril y la que va a seguir el vehículo (en función de la velocidad y el ángulo del volante), hará vibrar el volante para avisar al conductor.
Precondiciones	- Existe una desviación superior al 10 % entre la trayectoria del carril y la que va a seguir el vehículo.
Postcondiciones	- El sistema hará vibrar el volante.

Cuadro 5.4: Caso de uso de alto nivel 03

CDU-04	
Nombre	Corregir el volante
Actores	Líneas de carril
Tipo	Primario y real
Descripción	El sistema gira el volante si detecta una desviación de la trayectoria del vehículo.
Precondiciones	- El vehículo ha detectado una desviación de la trayectoria mayor del 15 % con respecto a la trayectoria calculada.
Postcondiciones	- Se corrige la dirección del vehículo mediante un giro del volante de un máximo de 5 grados.

Cuadro 5.5: Caso de uso de alto nivel 04

CDU-05	
Nombre	Activar notificación por velocidad máxima
Actores	GPS, Señal
Tipo	Primario y real
Descripción	El sistema indica en el panel de abordo la velocidad máxima establecida para esa vía.
Precondiciones	- El vehículo ha detectado cual es la velocidad máxima a la que se puede circular por la vía actual.
Postcondiciones	- Se muestra en el panel la velocidad máxima.

Cuadro 5.6: Caso de uso de alto nivel 05

CDU-06	
Nombre	No superar el límite de velocidad
Actores	Reloj
Tipo	Primario y esencial
Descripción	Cuando la funcionalidad de no superar el límite de velocidad esté activada, el sistema dejará de acelerar cuando se alcance la velocidad máxima indicada por las señales de la vía o por el GPS.
Precondiciones	- El sistema tomará la velocidad máxima indicada por la señal o por el GPS.
Postcondiciones	- El sistema hará que cuando el vehículo alcance la velocidad determinada por las señales y el gps, este, no acelere.

Cuadro 5.7: Caso de uso de alto nivel 06

CDU-07	
Nombre	Desactivar notificaciones
Actores	Conductor
Tipo	Primario y esencial
Descripción	El usuario puede desactivar las notificaciones de alerta de velocidad en caso de que lo desee.
Precondiciones	- El sistema debe estar activado.
Postcondiciones	- Se avisará al conductor de que el sistema ha sido desactivado

Cuadro 5.8: Caso de uso de alto nivel 07

CDU-08	
Nombre	Activar notificación de descanso
Actores	Conductor
Tipo	Primario y esencial
Descripción	Cuando el vehículo aplique el algoritmo para detectar la posición de los párpados del conductor y mida la presión que hace este sobre el volante, y estos valores indiquen que el conductor está distraído, a punto de dormirse, o dormido, se activará una señal sonora durante 3 segundos.
Precondiciones	- La presión con el volante no es la suficiente. - La posición de los párpados indican que el conductor está cansado o dormido.
Postcondiciones	- Se activará la notificación sonora durante 3 segundos para avisar al conductor.

Cuadro 5.9: Caso de uso de alto nivel 08

CDU-09

Nombre	Detener el vehículo
Actores	Objeto, Conductor
Tipo	Primario y real
Descripción	El sistema detendrá el vehículo si el conductor ha perdido la atención o si se detecta una posible colisión y el conductor pisa el freno.
Precondiciones	- El conductor no recupera la atención tras más de tres segundos de emisión de señales acústicas. - Se ha recibido una notificación por colisión y el conductor ha pisado el freno.
Postcondiciones	- El sistema detiene el vehículo.

Cuadro 5.10: Caso de uso de alto nivel 09

CDU-10

Nombre	Llamada de emergencia
Actores	Reloj
Tipo	Primario y esencial
Descripción	En caso de accidente el sistema enviará una notificación al centro de emergencias. Esta notificación tendrá el formato estándar europeo. El cancelar la llamada de emergencia si se encuentra consciente y considera que no es necesario.
Precondiciones	- Que se produzca un accidente
Postcondiciones	

Cuadro 5.11: Caso de uso de alto nivel 10

CDU-11

Nombre	Activar notificación por riesgo de colisión
Actores	Objeto
Tipo	Primario y real
Descripción	El sistema activará una notificación por riesgo de colisión cuando existe una posibilidad del 50 % de que se colisione con otro objeto.
Precondiciones	- El sistema detecta una colisión con una probabilidad del 50 %
Postcondiciones	- El sistema emite una notificación.

Cuadro 5.12: Caso de uso de alto nivel 11

CDU-12

Nombre	Preparar vehículo para impacto
Actores	Objeto
Tipo	Primario y real
Descripción	El sistema reducirá la velocidad del vehículo si detecta una posible colisión.
Precondiciones	- El sistema detecta una colisión inminente (la probabilidad de evitar un obstáculo es menor del 70 %)
Postcondiciones	- El sistema reduce la velocidad del vehículo. - El sistema ajusta los cinturones de seguridad - El sistema fija los asientos - El sistema cierra las ventanillas - Si se evita el accidente se deshacen las acciones.

Cuadro 5.13: Caso de uso de alto nivel 12

CDU-13

Nombre	Reducir velocidad
Actores	Objeto
Tipo	Primario y real
Descripción	El sistema reducirá la velocidad del vehículo si detecta una posible colisión.
Precondiciones	- El sistema detecta una colisión inminente (la probabilidad de evitar un obstáculo es menor del 70 %)
Postcondiciones	- El sistema reduce la velocidad del vehículo.

Cuadro 5.14: Caso de uso de alto nivel 13

Capítulo 6

Priorización de casos de uso

I Introducción

En esta sección se va a proceder a analizar el impacto que produce cada uno de los casos de uso en el proyecto de CARSAFETY. Este análisis permitirá determinar la iteración del desarrollo en la que se debe tratar el caso de uso, y por lo tanto, el orden en el que se llevarán a cabo.

En primer lugar, se han identificado las características del proyecto que influyen en mayor medida. A continuación, se ha procedido a ponderar dichas características según su importancia en el proyecto, reordenandolas de forma descendente según su importancia y prioridad. Este proceso nos permitirá saber qué casos de uso han obtenido puntuaciones más elevadas y que por lo tanto, deberán pertenecer a iteraciones más tempranas.

II Características de la priorización

Con el fin de ordenar los casos de uso según su prioridad, es necesario identificar las características que hacen que un caso de uso tenga prioridad alta, así como la ponderación que tendrá la característica en el cálculo de la puntuación final:

1. **Impacto significativo en el diseño de la arquitectura:** un proyecto con una sólida estructura de clases, conectividad entre los elementos independientes y que sea escalable a cualquier nivel será adaptable a los cambios que puedan surgir. Por otro lado, el sistema estará procesando constantemente una cantidad de datos muy elevada, por lo que es de crucial importancia realizar un correcto diseño arquitectónico. Será por tanto uno de los factores más importantes y le asignaremos una ponderación del 30 %.

2. **Se obtiene una mejor comprensión del diseño:** la implantación parcial de algunos casos de uso puede suponer una mejora significativa a la hora de comprender mejor el sistema. Esto es debido a que, tal y como se ha expuesto en el Estudio de Viabilidad del Sistema, el sistema global no es más que un conjunto de distintos subsistemas que pueden funcionar independientemente. En este proyecto, este factor carece de mucho sentido, ya que el sistema global es una integración de funcionalidades independientes. Sin embargo, debido a que es una integración, si que se puede obtener una ligera mejor comprensión si se divide en sus funcionalidades, por lo que se le ha asignado una ponderación del 5 %.

3. **Incluye funciones complejas:** el sistema cuenta con algoritmos complejos que pueden requerir demasiado tiempo de implementación y desarrollo. Aquellos casos de uso que requieran una implementación de algoritmos complejos se realizarán en primer lugar, para poder concluir el proyecto con las funcionalidades más sencillas. Por ello, se ha decidido ponderar este factor con un 15 %.

4. **Implica bien un trabajo de investigación significante, o bien el uso de una tecnología nueva o arriesgada:** el sistema deberá interactuar constantemente con diversos dispositivos hardware, tales como sensores de proximidad, cámaras, sensores de presión al volante, etc. Para llevar a cabo una correcta implementación, será necesario hacer un estudio previo de estos sistemas externos y como conectarlos e integrarlos en un sistema único. Esta integración es muy importante, ya que si el sistema llegase a fallar podría resultar en una pérdida de vidas humanas. Esta investigación e integración se llevará a cabo en primer lugar, para poder concluir el proyecto con las funcionalidades más sencillas. Por ello, se ha decidido ponderar este factor con un 30 %.

5. **Representa un proceso de gran importancia en la línea de negocio:** en la industria del automóvil, un vehículo que disponga de un sistema de seguridad avanzado como el que se desea desarrollar para CARSAFETY puede suponer un alto impacto que desvie a los consumidores hacia aquellos productos que lo incorporen. Es por ello, que se implementarán antes aquellas funcionalidades que puedan aportar un mayor valor añadido al producto, ponderando este factor con un 10 %.

6. **Supone directamente un aumento de beneficios o una disminución de costes:** la inversión en este proyecto está orientada a obtener un beneficio social más que económico, es decir, el beneficio de la seguridad de los ciudadanos. Sin embargo, la empresa que produzca automóviles con este sistema integrado podrá obtener unos mayores beneficios que sus competidores por la diferenciación de su producto. Por lo tanto, asignaremos una ponderación del 10 % para completar la lista de factores.

Una vez analizadas las características principales, se ha procedido a asignar a cada una una de ellas una ponderación, lo que permitirá evaluar los casos de uso.

Característica	**Ponderación**
1. Impacto significativo en el diseño de la arquitectura	0,3
2. Mejor comprensión del diseño	0,05
3. Incluye funciones complejas	0,15
4. Implica trabajo de investigación o tecnología nueva	0,3
5. Representa un proceso de gran importancia en la línea de negocio	0,10
6. Supone directamente un aumento de beneficios o disminución de costes	0,10
Total	**1**

Cuadro 6.1: Ponderación de las caracteristicas para los casos de uso

III Cálculo de la Priorización

Para priorizar los casos de uso, asignaremos a cada una de las características un valor entre 1 (impacto insignificante) y 5 (impacto muy significativo).

Factor	**Factor 1**	**Factor 2**	**Factor 3**	**Factor 4**	**Factor 5**	**Factor 6**	Total
CDU-01	2	1	2	2	1	1	1.75
CDU-02	2	1	2	2	2	1	1.85
CDU-03	3	1	4	4	3	3	3.35
CDU-04	3	1	4	4	3	5	3.55
CDU-05	4	3	4	5	2	2	3.85
CDU-06	3	2	2	1	3	3	2.20
CDU-07	1	2	1	1	1	1	1.05
CDU-08	2	1	4	5	3	3	3.35
CDU-09	4	3	4	5	4	5	4.35
CDU-10	2	2	2	2	3	2	2.10
CDU-11	3	3	3	4	4	4	3.50
CDU-12	4	2	4	3	5	4	3.70
CDU-13	3	1	1	2	2	3	2.20

Cuadro 6.2: Ponderación de las caracteristicas para los casos de uso

Para priorizar los casos de uso, hemos tenido en cuenta las dependencias existentes entre ellos, por lo que hemos tenido que reorganizarlos para obtener un orden coherente y realizable. La siguiente tabla incluye la priorización (ordenados de mayor a menor) teniendo en cuenta la dependencia entre los casos de uso. La organización se ha dividido también en tres iteraciones (Craig-Larman), lo que permite que en cada ciclo se implementen funcionalidades individuales y completas. La división de los casos de uso por iteraciones han quedado de la siguiente manera:

Primera Iteración

Caso de Uso	**Ponderación**	**Comentarios**
CDU-09	4,35	Tiene una dependencia *include* con CDU-13, por lo que CDU-13 tiene que a la vez orealizarse antes.
CDU-05	3,85	
CDU-12	3,70	
CDU-11	3,50	
CDU-13	2,20	

Cuadro 6.3: Casos de uso que se realizarán en la primera iteración

Segunda Iteración

Caso de Uso	Ponderación	Comentarios
CDU-04	3,55	Tiene una dependencia *include* con CDU-03, por lo que tiene que realizarse antes o a la vez que CDU-03.
CDU-03	3,35	
CDU-08	3,35	
CDU-06	2,20	

Cuadro 6.4: Casos de uso que se realizarán en la segunda iteración

Tercera Iteración

Caso de Uso	Ponderación	Comentarios
CDU-10	2,1	
CDU-02	1,85	Tiene una dependencia *include* con CDU-01, por lo que tiene que realizarse antes o a la vez que CDU-01.
CDU-01	1,75	
CDU-07	1,05	

Cuadro 6.5: Casos de uso que se realizarán en la tercera iteración

Capítulo 7

Estimación

I Puntos de caso de uso sin ajustar

Para comenzar con la estimación hay que tener en cuenta las dos fórmulas utilizadas en el proceso. La ecuación 7.2 se sustituye en la ecuación 7.1, por lo que en primer lugar se procedera al cálculo de $UUCP$.

$$UCP = UUCP \times TCF \times EF \tag{7.1}$$

Dónde:

- UCP = Puntos de casos de uso
- $UUCP$ = Puntos de casos de uso sin ajustar
- TCF = Factor de complejidad técnica
- EF = Factor de entorno

$$UUCP = UAW + UUCW \tag{7.2}$$

Dónde:

- $UUCP$ = Puntos de casos de uso sin ajustar
- UAW = Peso de los actores sin ajustar
- $UUCW$ = Peso de los casos de uso sin ajustar

Para el cálculo de UAW en la ecuación refeq:puntoscasosusosinajustar se tienen que dividir los actores en simples, promedio y complejos dependiendo de la dificultad que representen. En la tabla 7.1 se dividen todos los actores del sistema, explicados en la sección I, entre los grupos de dificultad.

ACTOR	DIFICULTAD	JUSTIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Objeto externo	Medio	Se conecta con el sistema a través de un *LIDAR* como se expuso en la sección **??**	2
Reloj	Medio	Los casos de uso que tienen como actor el reloj significa que se inician a partir de un suceso interno del sistema.	2
Conductor	Complejo	Se trata de una persona que interactúa con el sistema por medio de una interfaz.	3
Señales	Medio	Interactúa con el sistema a través de las cámaras y software de *machine learning*.	2
GPS	Fácil	Se conecta con el sistema a través de una API de programación.	1
Líneas de carril	Medio	Interactúa con el sistema a través de cámaras y software de *machine learning*.	2
TOTAL			**12**

Cuadro 7.1: Factor de peso de los actores sin ajustar.

El siguiente paso consiste en calcular $UUCW$ en la ecuación 7.2. En este cálculo entra en juego el concepto de transacción, que para este caso se ha basado en el número de requisitos con los que contaba cada caso de uso, se puede comprobar en la matriz de trazabilidad de la sección III. En la tabla 7.2 se recoge el número de casos de uso que hay para cada nivel de complejidad, siempre basándose en la matriz de trazabilidad.

DIFICULTAD	# TRANSACCIONES	#CASO DE USO	PONDERACIÓN	TOTAL
Fácil	Entre 1 y 3 requisitos	5	5	25
Medio	Entre 4 y 7 requisitos	5	10	50
Complejo	Más de 8 requisitos	3	15	45
TOTAL				**120**

Cuadro 7.2: Factor de peso de los casos de uso sin ajustar.

De esta manera, sumando $UUCW$ y UAW se obtiene los puntos de caso de uso sin ajustar, como se ve en la ecuación 7.3.

$$UUCP = 120 + 12 = 132 \tag{7.3}$$

A continuación, se pasa al cálculo de UCP, ecuación 7.2. El primer paso es calcular el factor de complejidad técnica TCF que se calcula con la ecuación 7.4.

$$TCF = 0,6 + 0,01 \times \Sigma(Peso_i \times ValorAsignado_i) \tag{7.4}$$

Hay que calcular el factor de complejidad técnica, que se calcula mediante la cuantificación de un conjunto de factores, expuestos en la tabla 7.3. El sumatorio $\Sigma(Peso_i \times ValorAsignado_i)$, donde el peso de cada factor ($Peso_i$) viene dado por el método de estimación y el valor asignado es ($ValorAsignado_i$) toma un valor del 0 al 5, dónde el 0 es que ese factor es irrelevante y el 5 significa que es muy relevante.

A continuación se justifican los valores asignados a cada factor en la tabla 7.3:

- **Sistema distribuido:** El sistema posee un cierto nivel de distribución, ya que algunos de sus subsistemas se procesan en computadoras separadas por eso le asignamos un valor de 3.
- **Tiempo de respuesta:** Que el sistema responda rápidamente a las acciones de es fundamental, la velocidad de respuesta es un factor crítico para nuestra aplicación, por ello tiene un valor de 5.
- **Eficiencia por el usuario:** No es muy importante que los usuarios realicen las tareas eficientemente a través del software. Las tareas que tienen que realizar son muy sencillas, ya que es el software quién realiza la mayor parte de las acciones. Tiene un valor de 2.
- **Proceso interno complejo:** El proceso interno de la aplicación es muy complejo, tiene que aplicar algoritmos de *machine learning* entre otras cosas, por ello recibe un valor de 5.
- **Re-usabilidad:** Es crítico que la aplicación pueda ser reutilizada en diferentes modelos de coches del cliente, por lo que este apartado recibe un valor de 5.
- **Facilidad Instalación:** No es fundamental que el sistema sea fácil de instalar, ya que no van a ser los usuarios finales los encargados de esta tarea, recibe un valor de 3.
- **Facilidad de uso:** Es importante que el sistema sea intuitivo y sencillo de utilizar porque se pone en riesgo la seguridad de las personas, por ello este apartado recibe un valor de 5.
- **Portabilidad:** El sistema está pensado para usarse siempre en sistemas similares. Recibe un valor de 1.
- **Facilidad de cambio:** Introducir actualizaciones es un valor añadido para el producto, por lo tanto que sea sencillo de cambiar es muy importante, entonces recibe un valor de 5.
- **Concurrencia:** La ejecución simultanea con varios hilos es importante para el softare a pesar de que se trata de un sistema distribuido. Recibe una valoración de 3.
- **Objetivos especiales de seguridad:** La seguridad es imprescindible en nuestro sistema ya que un fallo de seguridad podría provocar accidentes, por ello el valor de este apartado es de 5.
- **Acceso directo a terceras partes:** No es importante que sea accesible a terceras partes, por lo que recibe una valoración de 1.
- **Facilidades especiales de entrenamiento a usuarios finales:** No es algo importante para la aplicación, será algo de lo que tendrá que encargarse la empresa de automoción, incluyendo un manual de instrucciones junto al vehículo. Recibe un valor de 1.

El resultado de aplicar la ecuación 7.4 con el peso y el valor asignado a los factores ambientales es el mostrado en la ecuación 7.5,

$$TCF = 0,6 + 0,01 \times \Sigma(Peso_i \times ValorAsignado_i) = 0,6 + 0,01 \times 120 = 1,04 \tag{7.5}$$

TFC	DESCRIPCIÓN	PESO	VALOR	FACTOR
T1	Sistema distribuido	2	3	6
T2	Tiempo de respuesta	1	5	5
T3	Eficiencia por el usuario	1	2	2
T4	Proceso interno complejo	1	5	5
T5	Re-usabilidad	1	5	5
T6	Facilidad Instalación	0,5	3	1,5
T7	Facilidad de uso	0,5	5	2,5
T8	Portabilidad	2	1	2
T9	Facilidad de cambio	1	5	5
T10	Concurrencia	1	3	3
T11	Objetivos especiales de seguridad	1	5	5
T12	Acceso directo a terceras partes	1	1	1
T13	Facilidades especiales de entrenamiento a usuarios finales	1	1	1
TOTAL				**120**

Cuadro 7.3: Peso de los factores de complejidad técnica.

Por otro lado hay que calcular el peso de los factores ambientales que se calcula con la fórmula de la ecuación 7.6. Las variables $Peso_i$ y $ValorAsignado_i$ tienen el mismo significado y toman los mismos valores que en la ecuación 7.4.

$$EF = 1,4 - 0,03 \times \Sigma(Peso_i \times ValorAsignado_i) \tag{7.6}$$

EF	DESCRIPCIÓN	PESO	VALOR	FACTOR
E1	Familiaridad con el modelo del proyecto usado	1,5	2	3
E2	Experiencia en la aplicación	0,5	2	1
E3	Experiencia OO	1	4	4
E4	Capacidad del analista líder	0,5	4	2
E5	Motivación	1	5	5
E6	Estabilidad de los requerimientos	2	5	10
E7	Personal media jornada	-1	0	0
E8	Dificultad en lenguaje de programación	-1	4	-4
TOTAL				**21**

Cuadro 7.4: Peso de los factores ambientales.

A continuación se justifican los valores asignados a cada factor en la tabla 7.4:

- **Familiaridad con el modelo de proyecto usado:** Los trabajadores están familiarizados con el modelo de proyecto que se va a utilizar.
- **Eperiencia en la aplicación:** Los trabajadores no poseen de experiencia en la aplicación, por lo que se asigna un valor de 2.
- **Experiencia OO:** La experiencia con la programación orientada a objetos es alta entre los miembros del equipo.
- **Capacidad del analísta líder:** El analísta líder es un trabajador con experiencia a los mandos de proyectos de software importantes, por lo tanto el valor en este apartado es de 4.
- **Motivación:** La plantilla se encuentra plenamente motivada, el valor es de 5.
- **Estabilidad de los requerimientos:** Aunque los requisitos se encuentran sujetos a cambios, las funcionalidades esenciales no van a ser modificadas. Valor de 5 en este apartado.
- **Personal a media jornada:** No contamos con trabajadores a media jornada, por lo que este apartado no computa.
- **Dificultad en el lenguaje de programación:** Utilizar un lenguaje de programación novedoso para los miembros del equipo de trabajo puede dificultar el proyecto. Recibe un valor de 4.

Una vez asignados los valores a los factores ambientales se realiza el cálculo propuesto en la ecuación 7.6.

$$EF = 1,4 - 0,03 \times \Sigma(Peso_i \times ValorAsignado_i) = 1,4 - 0,03 \times 21 = 0,77 \tag{7.7}$$

Por último se cálcula el número de horas de programación aplicando la ecuación 7.1 a los resultados de las ecuaciones 7.3, 7.5 y 7.7. El resultado de este cálculo se aprecia en la ecuación 7.8 y el resultado, al multiplicarlos por 20 ($105,70 \times 20 = 2{,}114,11$), da el número de horas hombre en la tarea de programación que requiere el proyecto. De este resultado, realizando un cálculo de proporciones, se obtienen los resultados en las diferentes tareas del proyecto como se muestra en la tabla 7.5.

$$UCP = UUCP \times TCF \times EF = 132 \times 1,04 \times 0,77 = 105,70 \tag{7.8}$$

ACTIVIDAD	PORCENTAJE	REAL
Análisis	10 %	528,52
Diseño	20 %	1057,05
Programación	40 %	2.114,11
Pruebas	15 %	792,79
Sobrecarga	15 %	792,79
TOTAL	**100 %**	**5.285,28**

Cuadro 7.5: Peso de los factores ambientales.

Capítulo 8

Planificación

I Planificación Gantt

Utilizando la herramienta Microsoft Project, hemos realizado el diagrama de Gantt, mostrando tanto la planificación como el seguimiento del proyecto semana a semana. El proyecto para CARSAFETY constará de 12 hitos:

1. Fin fase de documentación
2. Fin de la planificación
3. Fin análisis de la primera iteración
4. Fin diseño de la primera iteración
5. Fin de la primera iteración
6. Fin análisis de la segunda iteración
7. Fin diseño de la segunda iteración
8. Fin de la segunda iteración
9. Fin análisis de la tercera iteración
10. Fin diseño de la tercera iteración
11. Fin de la tercera iteración
12. Fin del proyecto

A continuación se muestra la planificación que se ha llevado a cabo. Los acrónimos utilizados en la especificación de los recursos para cada tarea son los siguientes:

- AG: Alberto García Hernández.
- DG: Daniel González de la Hera.
- JA: Juan Abascal Sánchez.
- CO: Carlos Olivares Sánchez-Manjavacas.
- CT: Carlos Tormo Sánchez.
- AL: Adriana Lima.
- IS: Irina Shayk.

Id	Número	Recursos	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesor
1	1	AG, DG, JA, AL	Fase de Documentación	23 días	mié 01/02/17	vie 03/03/17	
2	1.1	AG, DG	Oferta y Documento de Control de Costes	3 días	mié 01/02/17	vie 03/02/17	
3	1.2	AG, DG	Estudio de la Viabilidad del Sistema	10 días	lun 06/02/17	vie 17/02/17	2
4	1.3	AG, AL	Plan de Gestión de la Calidad	5 días	lun 20/02/17	vie 24/02/17	3
5	1.4	AG, JA	Plan de Gestión de la Configuración	5 días	lun 27/02/17	vie 03/03/17	4
6	1.5	AG	Fin de la fase de Documentación	0 días	vie 03/03/17	vie 03/03/17	
7	2	AG, DG, JA	Planificación y Especificación de Requisitos	7 días	lun 06/03/17	mar 14/03/17	
8	2.1	AG, DG, JA	Diagrama de Casos de Uso	4 días	lun 06/03/17	jue 09/03/17	
9	2.2	DG, JA	Descripción de Casos de Uso de Alto Nivel	3 días	vie 10/03/17	mar 14/03/17	8
10	2.3	AG, DG	Estimación y Priorización	3 días	vie 10/03/17	mar 14/03/17	8
11	2.4	AG	Fin de la Planificación	0 días	mar 14/03/17	mar 14/03/17	
12	3		Construcción	130 días	mié 15/03/17	mié 13/09/17	

Continúa en la siguiente pagina

Id	Número	Recursos	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesor
13	3.1	AG, DG, JA, AL, CT, IS, CO	Primera Iteración	43 días	mié 15/03/17	vie 12/05/17	
14	3.1.1	AG, DG, JA, AL	Análisis	8 días	mié 15/03/17	vie 24/03/17	
15	3.1.1.1	DG	Casos de Uso Expandidos	2 días	mié 15/03/17	jue 16/03/17	11
16	3.1.1.2	JA, AL	Contrato de Operaciones	2 días	vie 17/03/17	lun 20/03/17	15
17	3.1.1.3	DG, JA	Modelo Conceptual	2 días	mar 21/03/17	mié 22/03/17	16
18	3.1.1.4	AG, DG	Arquitectura de Sistema	2 días	jue 23/03/17	vie 24/03/17	17
19	3.1.1.5	AG	Fin de Análisis	0 días	vie 24/03/17	vie 24/03/17	
20	3.1.2	AG, DG, AL, JA	Diseño	4 días	lun 27/03/17	jue 30/03/17	
21	3.1.2.1	DG, AL	Diagrama de Clases	2 días	lun 27/03/17	mar 28/03/17	19
22	3.1.2.2	AG, DG, AL	Diagrama de Transición de Estados	2 días	lun 27/03/17	mar 28/03/17	
23	3.1.2.3	AG, AL, JA	Diagrama de Secuencia	2 días	mié 29/03/17	jue 30/03/17	21
24	3.1.2.4	AG	Fin Diseño	0 días	jue 30/03/17	jue 30/03/17	
25	3.1.3	DG	Refinamiento del Plan	1 día?	jue 30/03/17	jue 30/03/17	24
26	3.1.4	DG	Sincronización de Modelos	1 día?	vie 31/03/17	vie 31/03/17	25
27	3.1.5	CT, IS	Desarrollo	30 días	lun 03/04/17	vie 12/05/17	26
28	3.1.6	CO	Pruebas	25 días	lun 10/04/17	vie 12/05/17	26
29	3.1.7	AG	Fin de la Primera Iteración	0 días	vie 12/05/17	vie 12/05/17	
30	3.2	AG, DG, JA, AL, CT, IS, CO	Segunda Iteración	43 días	vie 12/05/17	mar 11/07/17	
31	3.2.1	AG, DG, JA, AL	Análisis	9 días	vie 12/05/17	mié 24/05/17	
32	3.2.1.1	DG	Casos de Uso Expandidos	2 días	vie 12/05/17	lun 15/05/17	29
33	3.2.1.2	JA, AL	Contrato de Operaciones	2 días	mié 17/05/17	jue 18/05/17	32

Continúa en la siguiente pagina

Id	Número	Recursos	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesor
34	3.2.1.3	DG, JA	Modelo Conceptual	2 días	vie 19/05/17	lun 22/05/17	33
35	3.2.1.4	AG, DG	Arquitectura de Sistema	2 días	mar 23/05/17	mié 24/05/17	34
36	3.2.1.5	AG	Fin de Análisis	0 días	mié 24/05/17	mié 24/05/17	
37	3.2.2	AG, DG, AL, JA	Diseño	5 días	mié 24/05/17	mar 30/05/17	
38	3.2.2.1	DG, AL	Diagrama de Clases	2 días	mié 24/05/17	jue 25/05/17	36
39	3.2.2.2	AG, DG, AL	Diagrama de Transición de Estados	2 días	jue 25/05/17	vie 26/05/17	
40	3.2.2.3	AG, AL, JA	Diagrama de Secuencia	2 días	lun 29/05/17	mar 30/05/17	39
41	3.2.2.4	AG	Fin Diseño	0 días	mar 30/05/17	mar 30/05/17	
42	3.2.3	DG	Refinamiento del Plan	1 día?	mar 30/05/17	mar 30/05/17	41
43	3.2.4	DG	Sincronización de Modelos	1 día?	mar 30/05/17	mar 30/05/17	41
44	3.2.5	CT, IS	Desarrollo	30 días	mié 31/05/17	mar 11/07/17	43
45	3.2.6	CO	Pruebas	25 días	mié 07/06/17	mar 11/07/17	
46	3.2.7	AG	Fin de la Segunda Iteración	0 días	mar 11/07/17	mar 11/07/17	
47	3.3	AG, DG, JA, AL, CT, IS, CO	Tercera Iteración	46 días	mar 11/07/17	mié 13/09/17	
48	3.3.1	AG, DG, JA, AL	Análisis	9 días	mar 11/07/17	vie 21/07/17	
49	3.3.1.1	DG	Casos de Uso Expandidos	2 días	mar 11/07/17	mié 12/07/17	46
50	3.3.1.2	JA, AL	Contrato de Operaciones	2 días	vie 14/07/17	lun 17/07/17	49

Continúa en la siguiente pagina

Id	Número	Recursos	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesor
51	3.3.1.3	DG, JA	Modelo Conceptual	2 días	mar 18/07/17	mié 19/07/17	50
52	3.3.1.4	AG, DG	Arquitectura de Sistema	2 días	jue 20/07/17	vie 21/07/17	51
53	3.3.1.5	AG	Fin Análisis	0 días	vie 21/07/17	vie 21/07/17	
54	3.3.2	AG, DG, AL, JA	Diseño	4 días	lun 24/07/17	jue 27/07/17	
55	3.3.2.1	DG, AL	Diagrama de Clases	2 días	lun 24/07/17	mar 25/07/17	53
56	3.3.2.2	AG, DG, AL	Diagrama de Transición de Estados	2 días	lun 24/07/17	mar 25/07/17	53
57	3.3.2.3	AG, AL, JA	Diagrama de Secuencia	2 días	mié 26/07/17	jue 27/07/17	56
58	3.3.2.4	AG	Fin Diseño	0 días	jue 27/07/17	jue 27/07/17	
59	3.3.3	DG	Refinamiento del Plan	1 día	jue 27/07/17	jue 27/07/17	58
60	3.3.4	DG	Sincronización de Modelos	1 día	jue 27/07/17	jue 27/07/17	58
61	3.3.5	CT, IS	Desarrollo	30 días	vie 28/07/17	jue 07/09/17	60
62	3.3.6	CO	Pruebas	25 días	vie 04/08/17	jue 07/09/17	
63	3.3.7	AG	Fin de la Tercera Iteración	0 días	mié 13/09/17	mié 13/09/17	
64	4	AG, AL	Implantación	3 días	mié 13/09/17	vie 15/09/17	
65	4.1	AG, AL	Impantación	3 días	mié 13/09/17	vie 15/09/17	63
66	4.2	AG	Fin del Proyecto	0 días	vie 15/09/17	vie 15/09/17	

Cuadro 8.1: Tabla de la planificación Gantt

A continuación se muestra el contenido de la tabla anterior en formato de gráficos:

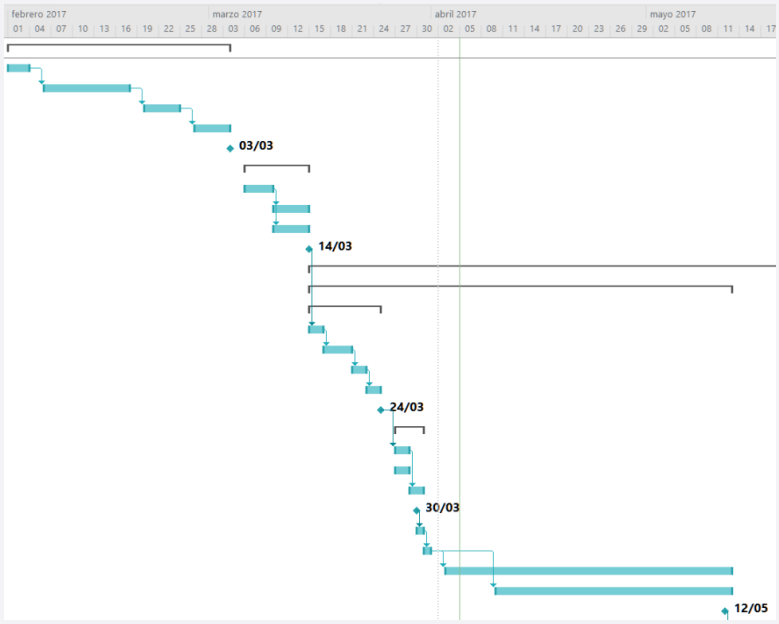


Figura 8.1: Primer gráfico Gantt

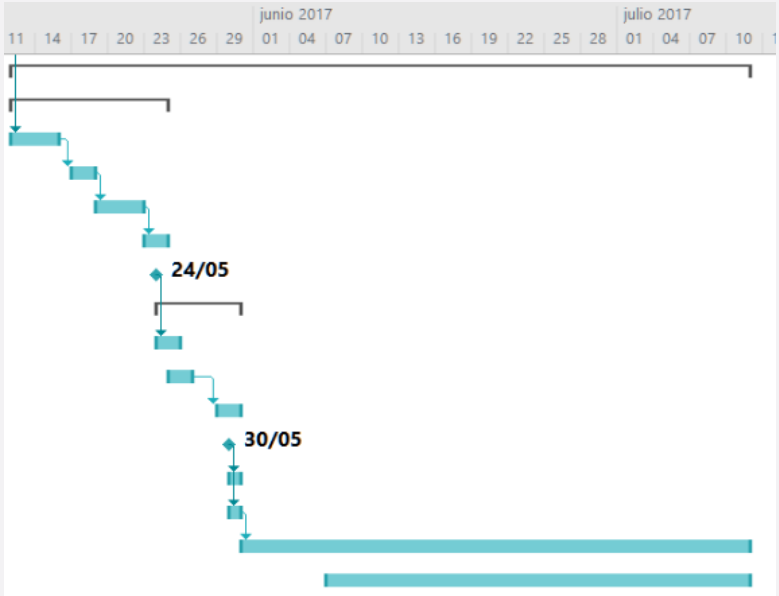
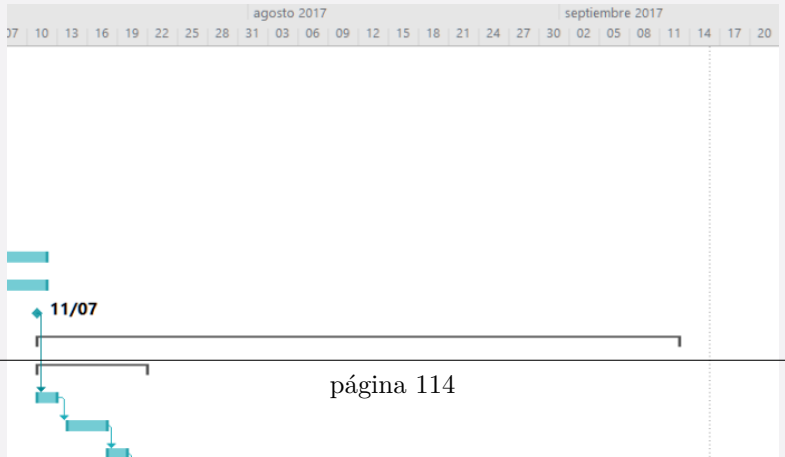


Figura 8.2: Segundo gráfico Gantt



II Planificación PERT

Con el objetivo de profundizar más en la planificación del proyecto, realizaremos el análisis PERT utilizando el diagrama de red que nos ofrece la herramienta Microsoft Project. En la figura 8.4 se ven las relaciones de sucesión entre las tareas, representado en rojo el camino crítico, es decir, aquellas tareas cuyo retraso hará que todo el proyecto se retrase.

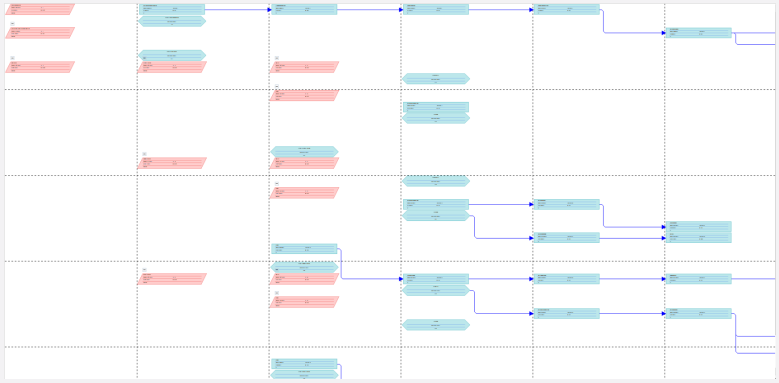


Figura 8.4: Parte del diagrama PERT

Debido a la cantidad de tareas, se muestra únicamente un fragmento del diagrama con el fín de poder explicarlo.

Como se puede apreciar en el diagrama, hay algunas tareas, representadas en rojo, cuya finalización es crucial para poder seguir avanzando a tiempo. El conjunto de tareas que forman el camino crítico es el siguiente:

- Finalización Fase de Documentación
- Finalización Fase Planificación
- Modelo Conceptual
- Arquitectura del Sistema
- Iteración 1
    - Refinamiento del plan
    - Sincronización de modelos
    - Analisis
    - Diseño
    - Desarrollo
    - Pruebas
- Iteración 2
    - Refinamiento del plan
    - Sincronización de modelos
    - Analisis

    - Diseño
    - Desarrollo
    - Pruebas
- Iteración 3
    - Refinamiento del plan
    - Sincronización de modelos
    - Analisis
    - Diseño
    - Desarrollo
    - Pruebas
- Implantación y Fin de Proyecto

III Conclusión

Como conclusión a la planificación del proyecto, se ha estimado que el tiempo total, desde el inicio hasta la implantación sea de 33 semanas, es decir un total de 8 meses y 1 semana. Por medio de hitos repartidos a lo largo del proyecto, se podrá analizar de un modo objetivo el progreso real respecto a la planificación, lo cual será analizado en más detalle en los Informes Quincenales entregados al cliente. El diagrama PERT muestra las tareas críticas, cuyo retraso acarreará un retraso global en todo el proyecto, por lo que su ejecución será seguida de cerca por el Jefe de Proyecto.

Capítulo 9

Plan de Gestión de Calidad

I Introducción

Es indispensable para que el proyecto alcance el fin deseado que se establezca un conjunto de tareas a realizar para garantizar la calidad de los productos obtenidos durante el desarrollo del proyecto. Para ello se seguirán las tareas propuestas por Métrica 3 [5]. De esta forma esperamos poder cumplir de forma más efectiva las expectativas del cliente, otorgándole exactamente lo que nos pidió.

En este documento se recogen esas tareas a realizar para garantizar la calidad de los productos obtenidos así como las personas responsables de realizarlas. Además se incluye la normativa a seguir para informar de los defectos encontrados y realizar su seguimiento hasta su corrección.

Como resultado de este conjunto de tareas, al que a partir de ahora llamaremos *Plan de Aseguramiento de la Calidad* se realizarán Informes de Auditoría en los que se expondrán los resultados de todas las revisiones que se realicen siguiendo este plan.

II Establecimiento del Plan de Gestión de Riesgos

II.1 Identificación de Riesgos

II.1.1 Determinación de los orígenes y Categorías de los Riesgos

Determinar el orígen de los riesgos es una tarea muy importante para definir el plan de calidad del proyecto, ya que para poder identificar correctamente los riesgos que pueden afectar al correcto funcionamiento del software es necesario saber su origen, y así poder redactar un plan para actuar en caso de que se produzcan.

Los riesgos que pueden afectar al proyecto pueden tener diferentes orígenes, tal y como se puede observar en la tabla 9.1.

En las tablas que se muestran a continuación, hemos realizado una clasificación de los tipos de los riesgos que pueden afectar al proyecto según su tipo y teniendo en cuenta el nivel de pérdidas que tienen asociados.

Origen del Riesgo	Descripción
Personal	Son aquellos provocados por el personal de la empresa.
Tecnológico	Son aquellos provocados por fallos en la tecnología.
Natural	Son aquellos provocados por desastres naturales (incendios, inundaciones, etc).
Externo	Son aquellos provocados por factores externos a la empresa.
Interno	Son aquellos provocados por factores internos a la empresa.

Cuadro 9.1: Descripción de los riesgos según su origen

Nombre	Descripción
Riesgos del proyecto	Identifican problemas potenciales del proyecto (presupuesto, plazos de entrega, personal, recursos, etc.).
Riesgos técnicos	Identificación de posibles problemas tales como ambigüedad en la especificación, diseño, implementación , etc.
Riesgos del negocio	Identificación de riesgos del mercado.

Cuadro 9.2: Clasificación de los riesgos

Estos tipos de riesgos podemos clasificarlos en dos grandes grupos con la finalidad de entenderlos mejor:

- **Primer Grupo:** este grupo lo compondrían los riesgos impredecibles, que son aquellos que pueden ocurrir pero es complicado identificarlos por adelantado.
- **Segundo Grupo:** este grupo lo compondrían los riesgos predecibles, aquellos que se pueden predecir después de una evaluación detallada del plan de proyecto o que se obtienen de la experiencia del equipo en proyectos anteriores.

II.1.2 Definición de Parámetros de los Riesgos

A continuación se enumeran los parámetros utilizados para representar los posibles riesgos:

- **Identificador del riesgo:** formado por “Riesgo” seguido de un guión y el número identificativo del riesgo. Por ejemplo, “Riesgo-XX”.
- **Nombre del riesgo:** campo identificativo que da una breve idea del tipo de riesgo que se está explicando.
- **Origen del riesgo:** procedencia del riesgo. Se utilizará la tabla 9.1.
- **Probabilidad de ocurrencia:** porcentaje de aparición de dichos riesgos.
- **Impacto del riesgo:** grado de repercusión del riesgo (muy bajo, bajo, moderado, alto, muy alto).
- **Descripción:** explicación detallada del riesgo a tratar.
- **Consecuencias:** explicación de los efectos que produciría dicho riesgo.

II.1.3 Identificación de los Riesgos

Los riesgos que pueden identificar al proyecto son los siguientes:

	Riesgo-01
Nombre del riesgo	Inundación
Origen del riesgo	Natural
Probabilidad de ocurrencia	0.1 %
Impacto del riesgo	Bajo
Descripción	Una inundación puede ser producida por unas lluvias torrenciales, la rotura de una cañería...
Consecuencias	Daños graves en los equipos informáticos. En ocasiones, daños humanos.

Cuadro 9.3: Riesgo-01

	Riesgo-02
Nombre del riesgo	Incendio
Origen del riesgo	Natural
Probabilidad de ocurrencia	2 %
Impacto del riesgo	Moderado
Descripción	Un incendio puede ser provocado como consecuencia de un cortocircuito, un descuido humano o de forma intencionada.
Consecuencias	Destrucción de la zona de trabajo. En ocasiones daños humanos.

Cuadro 9.4: Riesgo-02

	Riesgo-03
Nombre del riesgo	Terremoto
Origen del riesgo	Natural
Probabilidad de ocurrencia	1 %
Impacto del riesgo	Alto
Descripción	Movimiento brusco de la tierra causado por el rozamiento de placas tectónicas.
Consecuencias	Daños graves de la zona de trabajo. En ocasiones daños humanos.

Cuadro 9.5: Riesgo-03

	Riesgo-04
Nombre del riesgo	Problema eléctrico
Origen del riesgo	Natural
Probabilidad de ocurrencia	6 %
Impacto del riesgo	Alto
Descripción	Problema que puede surgir de la instalación eléctrica, como por ejemplo una sobrecarga o un cortocircuito.
Consecuencias	Daños graves en los equipos informáticos. Puede dejar a la zona de trabajo sin conexión a la red.

Cuadro 9.6: Riesgo-04

	Riesgo-05
Nombre del riesgo	Fallo en la comunicación con el cliente
Origen del riesgo	Personal
Probabilidad de ocurrencia	65 %
Impacto del riesgo	Moderado
Descripción	Falta de entendimiento con el cliente
Consecuencias	Puede provocar requisitos erróneos y retrasos en las entregas.

Cuadro 9.7: Riesgo-05

	Riesgo-06
Nombre del riesgo	Baja definitiva.
Origen del riesgo	Personal
Probabilidad de ocurrencia	10 %
Impacto del riesgo	Alto
Descripción	Ocurre cuando un trabajador deja de formar parte del equipo, ya sea por finalización del contrato, despido del empleado o fallecimiento.
Consecuencias	Provoca que el resto del equipo tenga que hacer las tareas que el empleado tenga asignadas. También puede provocar retrasos en las entregas.

Cuadro 9.8: Riesgo-06

	Riesgo-07
Nombre del riesgo	Baja temporal
Origen del riesgo	Personal
Probabilidad de ocurrencia	35 %
Impacto del riesgo	Moderado
Descripción	Ocurre cuando un trabajador se ausenta en el trabajo de forma limitada.
Consecuencias	Provoca que el resto del equipo tenga que hacer las tareas que el empleado tenga asignadas. También puede provocar retrasos en las entregas.

Cuadro 9.9: Riesgo-07

	Riesgo-08
Nombre del riesgo	Fallo en la comunicación interna.
Origen del riesgo	Personal
Probabilidad de ocurrencia	25 %
Impacto del riesgo	Moderado
Descripción	Falta de entendimiento entre los integrantes del equipo de trabajo.
Consecuencias	Puede provocar requisitos erróneos y retrasos en las entregas.

Cuadro 9.10: Riesgo-08

	Riesgo-09
Nombre del riesgo	Mala planificación.
Origen del riesgo	Interno
Probabilidad de ocurrencia	10 %
Impacto del riesgo	Moderado
Descripción	Tiene lugar cuando se hace una planificación errónea.
Consecuencias	Puede provocar empleados sobrecargados de trabajo y retrasos en las entregas.

Cuadro 9.11: Riesgo-09

Riesgo-10	
Nombre del riesgo	Definición de requisitos errónea.
Origen del riesgo	Interno
Probabilidad de ocurrencia	35 %
Impacto del riesgo	Alto
Descripción	Error en la definición de requisitos, ya sea por una mala comunicación con el cliente o interna.
Consecuencias	Provoca requisitos erróneos y retrasos en las entregas.

Cuadro 9.12: Riesgo-10

Riesgo-11	
Nombre del riesgo	Ataque a la empresa.
Origen del riesgo	Externo
Probabilidad de ocurrencia	5 %
Impacto del riesgo	Moderado
Descripción	Se produce cuando un tercero provoca daños en el inmovilizado de la empresa, de forma intencionada o voluntaria.
Consecuencias	Puede provocar numerosos gastos en reparar o reemplazar el inmovilizado afectado. Además, puede producir retrasos en las entregas e incluso daños humanos.

Cuadro 9.13: Riesgo-11

Riesgo-12	
Nombre del riesgo	Caída de los servidores.
Origen del riesgo	Tecnológico
Probabilidad de ocurrencia	30 %
Impacto del riesgo	Bajo
Descripción	Se produce cuando se pierde la conexión con los servidores con los que se trabaja.
Consecuencias	En función de la duración de este suceso, se pueden dar retrasos en las entregas y alteración en la planificación del proyecto.

Cuadro 9.14: Riesgo-12

	Riesgo-13
Nombre del riesgo	Caída de la conexión a internet.
Origen del riesgo	Tecnológico
Probabilidad de ocurrencia	5 %
Impacto del riesgo	Bajo
Descripción	Ocurre cuando se pierde el acceso a internet desde la zona de trabajo.
Consecuencias	En función de la duración de este suceso, se pueden dar retrasos en las entregas y alteración en la planificación del proyecto.

Cuadro 9.15: Riesgo-13

	Riesgo-14
Nombre del riesgo	Mala estimación.
Origen del riesgo	Interno
Probabilidad de ocurrencia	60 %
Impacto del riesgo	Moderado
Descripción	Este riesgo se debe a una estimación que no se corresponde perfectamente con el proyecto.
Consecuencias	Puede provocar empleados sobrecargados de trabajo y retrasos en las entregas.

Cuadro 9.16: Riesgo-14

	Riesgo-15
Nombre del riesgo	Mala selección de personal.
Origen del riesgo	Interno
Probabilidad de ocurrencia	15 %
Impacto del riesgo	Moderado
Descripción	Se produce cuando el personal contratado para el proyecto no tenga las cualidades esperadas.
Consecuencias	Puede provocar retrasos en las entregas.

Cuadro 9.17: Riesgo-15

	Riesgo-16
Nombre del riesgo	Presupuesto erróneo
Origen del riesgo	Interno
Probabilidad de ocurrencia	13 %
Impacto del riesgo	Moderado
Descripción	El presupuesto está mal calculado
Consecuencias	Puede provocar una disminución del beneficio, e incluso pérdidas. En cualquier caso habría que volver a recalcular, y produciría un retraso en el resto del proyecto.

Cuadro 9.18: Riesgo-16

	Riesgo-17
Nombre del riesgo	Cambios en la tecnología
Origen del riesgo	Externo
Probabilidad de ocurrencia	15 %
Impacto del riesgo	Bajo
Descripción	Durante el proceso de desarrollo pueden aparecen nuevas tecnologías que sean necesarias y no se hayan tenido en cuenta.
Consecuencias	Puede provocar un retraso en la fecha de entrega del proyecto, además de aumentar los costes para adquirir dicha tecnología. Por otra parte, introducir tecnología nueva implica aprender a usarla, o a contratar a personal que sea experto en dicha tecnología.

Cuadro 9.19: Riesgo-17

	Riesgo-18
Nombre del riesgo	Diseño no satisfactorio
Origen del riesgo	Interno
Probabilidad de ocurrencia	12 %
Impacto del riesgo	Muy Alto
Descripción	El diseño podría contener errores y por lo tanto afectar al correcto funcionamiento del sistema.
Consecuencias	Volver a diseñar las partes que afecten al sistema.

Cuadro 9.20: Riesgo-18

	Riesgo-19
Nombre del riesgo	Retrasos por parte del cliente
Origen del riesgo	Externo
Probabilidad de ocurrencia	22 %
Impacto del riesgo	Moderado
Descripción	El cliente puede retrasarse en la aprobación de las fases del proyecto.
Consecuencias	Retrasos en el desarrollo del proyecto en todas aquellas partes que requieran la aprobación del cliente que falta.

Cuadro 9.21: Riesgo-19

	Riesgo-20
Nombre del riesgo	Quiebra Smart Software Solutions
Origen del riesgo	Interno
Probabilidad de ocurrencia	10 %
Impacto del riesgo	Muy Alto
Descripción	La propia empresa desarrolladora del proyecto puede entrar en quiebra.
Consecuencias	El trabajo realizado no serviría de nada, el proyecto finalizará.

Cuadro 9.22: Riesgo-20

	Riesgo-21
Nombre del riesgo	Quiebra en el cliente
Origen del riesgo	Externo
Probabilidad de ocurrencia	15 %
Impacto del riesgo	Muy Alto
Descripción	Durante el desarrollo del proyecto, el cliente puede entrar en quiebra, y cancelar el proyecto.
Consecuencias	El trabajo realizado no serviría de nada, el proyecto finalizará, y se intentará recuperar parte del dinero.

Cuadro 9.23: Riesgo-21

	Riesgo-22
Nombre del riesgo	Campos electromagnéticos
Origen del riesgo	Interno/Externo
Probabilidad de ocurrencia	25 %
Impacto del riesgo	Moderado
Descripción	Es posible que los equipos informáticos dejen de funcionar debido a la formación de campos electromagnéticos provocados por entrar en contacto con radares u otros equipos.
Consecuencias	Puede producir un incremento en els coste al solucionar la avería, así como retrasar al equipo de trabajo. Además, podemos perder información importante.

Cuadro 9.24: Riesgo-22

Riesgo-23	
Nombre del riesgo	Avería en las cámaras
Origen del riesgo	Interno
Probabilidad de ocurrencia	8 %
Impacto del riesgo	Alto
Descripción	Durante el acoplamiento de las cámaras en el vehículo, puede suceder que tengan algún tipo de avería que afecte al correcto funcionamiento del software.
Consecuencias	Puede producir un incremento en els coste al solucionar la avería, así como retrasar al equipo de trabajo.

Cuadro 9.25: Riesgo-23

Riesgo-24	
Nombre del riesgo	Avería en la antena GPS
Origen del riesgo	Interno
Probabilidad de ocurrencia	8 %
Impacto del riesgo	Alto
Descripción	Durante el acoplamiento de la antena GPS en el vehículo, puede suceder que tengan algún tipo de avería que afecte al correcto funcionamiento del software.
Consecuencias	Puede producir un incremento en els coste al solucionar la avería, así como retrasar al equipo de trabajo.

Cuadro 9.26: Riesgo-24

	Riesgo-25
Nombre del riesgo	Avería en el sensor de distancia
Origen del riesgo	Interno
Probabilidad de ocurrencia	8 %
Impacto del riesgo	Alto
Descripción	Durante el acoplamiento del sensor de distancia en el vehículo, puede suceder que tengan algún tipo de avería que afecte al correcto funcionamiento del software.
Consecuencias	Puede producir un incremento en els coste al solucionar la avería, así como retrasar al equipo de trabajo.

Cuadro 9.27: Riesgo-25

	Riesgo-26
Nombre del riesgo	Avería en el hardware de control
Origen del riesgo	Interno
Probabilidad de ocurrencia	8 %
Impacto del riesgo	Alto
Descripción	Durante el acoplamiento de la Raspberry y el Arduino en el vehículo, puede suceder que tengan algún tipo de avería que afecte al correcto funcionamiento del software.
Consecuencias	Puede producir un incremento en els coste al solucionar la avería, así como retrasar al equipo de trabajo.

Cuadro 9.28: Riesgo-26

II.2 Análisis de Riesgos

II.2.1 Análisis Cualitativo

El análisis cualitativo estima, para cada uno de los riesgos anteriores, el impacto y la probabilidad de aparecer. Con esta clasificación conseguimos saber si un riesgo requiere una respuesta inmediata o, por el contrario, se le puede conceder menos prioridad a arreglar otros riesgos. En resumen, la siguiente tabla muestra qué impactos afectan a qué partes del proyecto y su gravedad:

	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Coste	Cambio en el coste inapreciable (<5 %)	Aumento del coste entre el 5 % y el 35 % del margen de riesgos.	Incremento de costes entre el 35 % y el 65 %.	Incremento de costes igual al margen de riesgos.	El coste supera el margen del presupuesto destinado a los riesgos.
Calendario	La planificación no cambiará.	Pequeño retraso en la entrega (no mayor a tres días).	El retraso será moderado (de al menos una semana completa).	El proyecto se verá retrasado 2 semanas al menos.	El proyecto debe volver a planificarse (un mes o más).
Alcance	No afecta al alcance del proyecto.	Las partes del proyecto que se ven afectadas son secundarias.	Las partes del proyecto que se ven afectadas son secundarias.	La mayoría de las partes principales del proyecto son afectadas.	Proyecto descartado por el cliente.
Calidad	La calidad del producto no se verá afectada.	Algunas partes del producto verán alterada su calidad.	Las partes del proyecto que se ven afectadas son secundarias.	El cliente no acepta la reducción de calidad.	La calidad no es aceptada por el cliente ni por los responsables de calidad de la empresa.

Cuadro 9.29: Análisis Cualitativo: Impacto de los objetivos

II.2.2 Análisis Cuantitativo

En este punto se analizarán los riesgos descritos asociando un valor numérico a cada uno de los grados de impacto, con el fin de facilitar el entendimiento y el impacto frente a la probabilidad de cada riesgo.

Asociación de valores a los grados de impacto:

- **Muy Bajo:** 2
- **Bajo:** 4
- **Moderado:** 6
- **Alto:** 8
- **Muy Alto:** 10

A continuación realizaremos un cálculo para conseguir un factor de riesgo. Este factor de riesgo se calcula multiplicando el valor de los grados de impacto por el porcentaje de ocurrencia de los mismos. Esto se realizará para cada uno de los riesgos descritos anteriormente. Este factor será el dato que usaremos para cuantificar los riesgos.

Riesgo	Probabilidad	Impacto	Factor de riesgo
Riesgo-01	0,001	4	0,004
Riesgo-02	0,020	6	0,120
Riesgo-03	0,010	8	0,080
Riesgo-04	0,060	8	0,480
Riesgo-05	0,650	6	3,900
Riesgo-06	0,350	6	2,100
Riesgo-07	0,100	8	0,800
Riesgo-08	0,250	6	1,500
Riesgo-09	0,100	6	0,600
Riesgo-10	0,350	8	2,800
Riesgo-11	0,050	6	0,300
Riesgo-12	0,300	4	1,200
Riesgo-13	0,050	4	0,200
Riesgo-14	0,650	6	3,900
Riesgo-15	0,150	6	0,900
Riesgo-16	0,130	6	0,780
Riesgo-17	0,150	4	0,600
Riesgo-18	0,120	10	1,200
Riesgo-19	0,220	6	1,320
Riesgo-20	0,100	10	1,000
Riesgo-21	0,150	10	1,500
Riesgo-22	0,250	6	1,500
Riesgo-23	0,080	8	0,640
Riesgo-24	0,080	8	0,640
Riesgo-25	0,080	8	0,640
Riesgo-26	0,080	8	0,640

Cuadro 9.30: Factor de riesgo

II.3 Prevención de Riesgos y Elaboración del Plan de Contingencia

A continuación se detallan para cada uno de los riesgos, el plan diseñado para prevenirlos y el plan de recuperación por si finalmente ocurren.

Riesgo-01	
Nombre del riesgo	Inundación
Prevención de riesgos	- Realizar un cableado en el lugar de trabajo en sitios altos. - No tener deteriorado el sistema de desagües. - No dejar material importante en el suelo o cerca de lavabos. - Tener contratado un seguro contra inundaciones.
Plan de recuperación	- Realizar un inventario de los daños materiales. - Recuperar las últimas versiones de los documentos. - Reponer los equipos rotos.

Cuadro 9.31: Plan de prevención y recuperación Riesgo-01

Riesgo-02	
Nombre del riesgo	Incendio
Prevención de riesgos	- Dotar al lugar de trabajo con extintores, alarma de incendios y salidas de emergencia. - Revisiones periódicas del cableado del edificio. - Tener contratado un seguro contra incendios. - Almacenar en lugar seguro el material importante.
Plan de recuperación	- Realizar un inventario de los daños materiales. - Recuperar las últimas versiones de los documentos. - Reponer los equipos rotos.

Cuadro 9.32: Plan de prevención y recuperación Riesgo-02

Riesgo-03	
Nombre del riesgo	Terremoto
Prevención de riesgos	- Asegurar los equipos informáticos para que no queden sueltos y puedan caer.
Plan de recuperación	- Realizar un inventario de los daños materiales. - Recuperar las últimas versiones de los documentos. - Reponer los equipos rotos.

Cuadro 9.33: Plan de prevención y recuperación Riesgo-03

Riesgo-04	
Nombre del riesgo	Problema eléctrico
Prevención de riesgos	- Tener un sistema eléctrico separado en circuitos independientes. - Hacer revisiones periódicas del sistema eléctrico
Plan de recuperación	- Realizar una evaluación de los daños. - Reponer los equipos estropeados.

Cuadro 9.34: Plan de prevención y recuperación Riesgo-04

Riesgo-05	
Nombre del riesgo	Fallo en la comunicación con el cliente
Prevención de riesgos	- Mantener reuniones periódicas con el cliente para informarle del estado del proyecto.
Plan de recuperación	- Reunirse con el cliente para evaluar la disonancia.

Cuadro 9.35: Plan de prevención y recuperación Riesgo-05

Riesgo-06	
Nombre del riesgo	Baja definitiva
Prevención de riesgos	- Cuidar la salud de los empleados. - Revisar la duración de los contratos del equipo de trabajo.
Plan de recuperación	- Reasignar las tareas a otros empleados. - Contratar a otro empleado.

Cuadro 9.36: Plan de prevención y recuperación Riesgo-06

Riesgo-07	
Nombre del riesgo	Baja temporal
Prevención de riesgos	- Cuidar la salud de los empleados.
Plan de recuperación	- Reasignar las tareas a otros empleados.

Cuadro 9.37: Plan de prevención y recuperación Riesgo-07

Riesgo-08	
Nombre del riesgo	Fallo en la comunicación interna
Prevención de riesgos	- Realizar reuniones de equipo regularmente.
Plan de recuperación	- Realizar una reunión para evaluar los fallos y solucionarlos.

Cuadro 9.38: Plan de prevención y recuperación Riesgo-08

Riesgo-09	
Nombre del riesgo	Mala planificación
Prevención de riesgos	- Los encargados de realizar la planificación deben estar bien cualificados y tener experiencia en esta tarea.
Plan de recuperación	- Realizar una nueva planificación y reunirse con el cliente para informarle de los cambios.

Cuadro 9.39: Plan de prevención y recuperación Riesgo-09

Riesgo-10	
Nombre del riesgo	Definición de requisitos errónea
Prevención de riesgos	- Los encargados de realizar la planificación deben estar bien cualificados y tener experiencia en esta tarea.
Plan de recuperación	- Realizar una reunión para evaluar los fallos y solucionarlos.

Cuadro 9.40: Plan de prevención y recuperación Riesgo-10

Riesgo-11	
Nombre del riesgo	Ataque en la empresa
Prevención de riesgos	- Contar con un sistema de seguridad. - Realizar copias de seguridad en servidores de la nube.
Plan de recuperación	- Reemplazar el inmovilizado afectado. - Restaurar la última versión guardada en el servidor.

Cuadro 9.41: Plan de prevención y recuperación Riesgo-11

Riesgo-12

Nombre del riesgo	Caída de los servidores
Prevención de riesgos	- Realizar copias de seguridad en distintos servidores. - Aumentar la capacidad de los servidores si son propios o adquirir una licencia de mayor capacidad si se contratan.
Plan de recuperación	- Restaurar la última versión guardada en el servidor que no se ha caído.

Cuadro 9.42: Plan de prevención y recuperación Riesgo-12

Riesgo-13

Nombre del riesgo	Caída de la conexión a internet
Prevención de riesgos	- Cuando se hagan cambios en el proyecto guardarlos.
Plan de recuperación	- Restaurar la última versión guardada en el servidor. - Contratar a otra empresa proveedora de internet.

Cuadro 9.43: Plan de prevención y recuperación Riesgo-13

Riesgo-14

Nombre del riesgo	Mala estimación
Prevención de riesgos	- Los encargados de realizar la planificación deben estar bien cualificados y tener experiencia en esta tarea.
Plan de recuperación	- Realizar una reunión para evaluar los fallos y solucionarlos.

Cuadro 9.44: Plan de prevención y recuperación Riesgo-14

Riesgo-15

Nombre del riesgo	Mala selección de personal
Prevención de riesgos	- El equipo de recursos humanos debe estar bien cualificado. - La prueba de selección debe ser precisa.
Plan de recuperación	- Formar al empleado - Despedir al empleado y contratar a otro más cualificado.

Cuadro 9.45: Plan de prevención y recuperación Riesgo-15

Riesgo-16

Nombre del riesgo	Presupuesto erróneo
Prevención de riesgos	- Los encargados de realizar la planificación deben estar bien cualificados y tener experiencia
Plan de recuperación	- Realizar una reunión para evaluar los fallos y solucionarlos. - Reunirse con el cliente para informarle de los cambios realizados.

Cuadro 9.46: Plan de prevención y recuperación Riesgo-16

Riesgo-17

Nombre del riesgo	Cambios en la tecnología
Prevención de riesgos	- Estar informado de los cambios tecnológicos que pueden afectar al proyecto y evaluar si son necesarios.
Plan de recuperación	- Adquirir el software/hardware necesario - Informar al cliente sobre los posibles cambios

Cuadro 9.47: Plan de prevención y recuperación Riesgo-17

Riesgo-18	
Nombre del riesgo	Diseño no satisfactorio
Prevención de riesgos	- Seguir todo lo detallado en los documentos en referencia al diseño - Dar apoyo al equipo de pruebas para ampliar la colección de pruebas y contemplar todos los casos posibles.
Plan de recuperación	- Rediseñar los componentes que den problemas

Cuadro 9.48: Plan de prevención y recuperación Riesgo-18

Riesgo-19	
Nombre del riesgo	Retrasos por parte del cliente
Prevención de riesgos	- Mantener reuniones periódicas con el cliente - Hacer descripciones más detalladas para que el cliente entienda mejor el proyecto
Plan de recuperación	- Informar al cliente sobre los retrasos que se producen.

Cuadro 9.49: Plan de prevención y recuperación Riesgo-19

Riesgo-20	
Nombre del riesgo	Quiebra SmartSoftwareSolutions
Prevención de riesgos	- Antes de aceptar el proyecto, analizar la situación económica de la empresa para ver si es posible aguantar la carga económica del proyecto.
Plan de recuperación	- Buscar una empresa que pueda seguir con el proyecto propuesto por el cliente

Cuadro 9.50: Plan de prevención y recuperación Riesgo-20

Riesgo-21	
Nombre del riesgo	Quiebra del cliente
Prevención de riesgos	- Antes de aceptar el proyecto, investigar la situación económica del cliente
Plan de recuperación	- BBuscar un sustituto que pueda estar interesado en el producto, y adaptarlo a sus nuevas necesidades.

Cuadro 9.51: Plan de prevención y recuperación Riesgo-21

Riesgo-22	
Nombre del riesgo	Campos electromagnéticos
Prevención de riesgos	- Aislar los equipos para evitar que las señales electromagnéticas produzcan daños
Plan de recuperación	- Recuperar la información dañada de las copias de seguridad. - Adquirir o arreglas los equipos afectados.

Cuadro 9.52: Plan de prevención y recuperación Riesgo-22

Riesgo-23	
Nombre del riesgo	Avería en las cámaras
Prevención de riesgos	- Asegurar la cámara en un soporte para evitar que no se produzcan daños por caída. - Hacer revisiones periódicas para evitar que se produzcan averías por su uso.
Plan de recuperación	- Reemplazar el equipo averiado por uno nuevo. - Disponer de un servicio técnico capaz de arreglar este tipo de hardware.

Cuadro 9.53: Plan de prevención y recuperación Riesgo-23

Riesgo-24	
Nombre del riesgo	Avería en la antena GPS
Prevención de riesgos	- Asegurar la antena GPS en un soporte para evitar que no se produzcan daños por caída. - Hacer revisiones periódicas para evitar que se produzcan averías por su uso.
Plan de recuperación	- Reemplazar el equipo averiado por uno nuevo. - Disponer de un servicio técnico capaz de arreglar este tipo de hardware.

Cuadro 9.54: Plan de prevención y recuperación Riesgo-24

Riesgo-25	
Nombre del riesgo	Avería en el sensor de distancia
Prevención de riesgos	- Asegurar el sensor en un soporte para evitar que no se produzcan daños por caída. - Hacer revisiones periódicas para evitar que se produzcan averías por su uso.
Plan de recuperación	- Reemplazar el equipo averiado por uno nuevo. - Disponer de un servicio técnico capaz de arreglar este tipo de hardware.

Cuadro 9.55: Plan de prevención y recuperación Riesgo-25

Riesgo-26	
Nombre del riesgo	Avería en el hardware de control
Prevención de riesgos	- Asegurar el hardware en un soporte para evitar que no se produzcan daños por caída. - Hacer revisiones periódicas para evitar que se produzcan averías por su uso.
Plan de recuperación	- Reemplazar el equipo averiado por uno nuevo. - Disponer de un servicio técnico capaz de arreglar este tipo de hardware.

Cuadro 9.56: Plan de prevención y recuperación Riesgo-26

II.4 Monitorización y Control de Riesgos

La monitorización y control de riesgos se llevará a cabo durante todo el desarrollo del proyecto, y en el Informe Quincenal de Seguimiento, deberá aparecer reflejado lo que se haya obtenido al respecto en las dos semanas que comprenda el IQS.

Se estudiará el impacto de los riesgos actuales, el coste de dichos riesgos y la posibilidad de añadir nuevos riesgos ya que a medida que avance el proyecto es probable que aparezcan nuevos riesgos. Además se comprobará si se está siguiendo correctamente lo referente a prevención de riesgos explicado en el apartado anterior.

En caso de aparecer nuevos riesgos deberá solicitarse su incorporación a este documento con una solicitud de cambio sobre el documento indicando que en el IQS se ha detectado un nuevo riesgo y desea añadirse.

II.5 Planificación de la Gestión de Riesgos

Como Jefe de Proyecto, Alberto García Hernández, establecerá las pautas adicionales que considere oportunas para la gestión de riesgos pero se toma como base indispensable las siguientes:

- Todos los miembros del proyecto deberán estar al tanto de los riesgos que pueden existir, así como las formas de prevenirlos y qué hacer en caso de detectarse un riesgo, lo cual ha sido establecido en los apartados anteriores.

- Se deberá cumplir con lo propuesto en el apartado 2.4 "Monitorización y Control de Riesgos" para poder comprobar que lo establecido en el punto anterior se esté cumpliendo.

El presupuesto asociado a riesgos ya fue calculado en el DCC y por tanto no se ahondará más en el coste del Plan de Gestión de Riesgos en este apartado.

II.6 Impacto en el Coste del Sistema

El Plan de Gestión de Riesgos tiene un impacto considerable en el coste del sistema, principalmente por el aumento de horas dedicadas al proyecto, sin embargo, al establecerse la revisión cada quince días, se estima que no debería implicar más de una hora semanal para comprobar que se está realizando lo establecido en lo relativo a prevención, salvo que se necesite tratar una incidencia.

El impacto económico solo remitirá en las horas extras que habría que dedicar en caso de producirse una incidencia, algo que ya habíamos tenido en cuenta a la hora del Cálculo de Costes del Proyecto.

En cuanto al impacto sobre la planificación, no es probable que sea necesario hacer una modificación en ésta, pero en caso de que así fuese, se indicaría en el IQS, donde se lleva el seguimiento de la planificación y el grado de avance del proyecto.

III Especificación detallada del Plan de Aseguramiento de Calidad para el Sistema de Información

III.1 Contenido del Plan de Aseguramiento de Calidad para el Sistema de Información

En los puntos sucesivos del documento se expondrán las tareas detalladas que se van a realizar en el cumplimiento del Plan de Aseguramiento de Calidad para comprobar que la totalidad del proyecto cumple los criterios de calidad necesarios y que se han estimado como indispensables para la realización del proyecto de forma correcta.

Como hemos dicho ya varias veces, se va a diseñar un sistema de gestión de proyectos, y por tanto se deberá comprobar la calidad de este diseño, además de realizar las revisiones pertinentes a los documentos generados durante el ciclo de vida del proyecto.

Las revisiones se irán realizando a medida que se vayan completando fases del proyecto hasta llegar al diseño final y completo del producto.

Los responsables de realizar las revisiones y aceptar la validez de los productos serán Adriana Lima como Responsable de Calidad y Alberto García Hernández como Jefe de Proyecto. Además todos los miembros del

equipo de trabajo deberán realizar las revisiones que les sean asignadas por el Jefe de Proyecto y comunicar a las dos personas al cargo del Plan de Aseguramiento de Calidad en caso de encontrar algún fallo.

En los siguientes puntos del documento se detallan las revisiones específicas que se tendrán que realizar en el cumplimiento del Plan de Aseguramiento de Calidad.

Para cada una de las revisiones se deberá añadir un Informe de Auditoría que recoja la aprobación o el rechazo del producto revisado, indicando en caso de ser necesario las causas por las que se rechaza dicho producto.

IV Revisión del Análisis de Consistencia

IV.1 Revisión del Catálogo de Requisitos

Adriana Lima como Responsable de Calidad confirmará que los requisitos se han especificado de forma estructurada, con un contenido preciso y completo tal y como se había establecido en el Plan de Aseguramiento de la Calidad. Nuestro responsable de Calidad se asegurará de que el catálogo ofrece las siguientes características:

- Identificación de absolutamente todos los requisitos de usuario.
- Coherencia entre el contenido del Catálogo y su objetivo.
- Cada requisito describe la funcionalidad que le corresponde.
- Correspondencia entre los requisitos del Catálogo y los requisitos obtenidos del usuario, por lo que el catálogo es completo.
- Descripción de los requisitos en un lenguaje claro, sin ambigüedades y, por tanto, preciso.
- El catálogo es auto descriptivo, ya que se describe su estructura y contenido.
- Se deberá realizar una matriz de trazabilidad para comprobar que todos los requisitos de usuario tienen asociado al menos un requisito de software, y de esta forma están presentes en el diseño del sistema.

Esta revisión se realizará salvo que se indique lo contrario por parte del Jefe de Proyecto, la semana del 7 de noviembre, cuando estén realizados los catálogos de Requisitos de software así como el de usuario.

V Registro de la Aprobación del Análisis del Sistema

V.1 Registro de la Aprobación del Análisis del Sistema de la Información

Según se vayan haciendo las revisiones del Documento de Análisis del Sistema se irán añadiendo en este apartado las revisiones realizadas, si se aprueba o no, y los motivos por los que no se aprueba en caso de que se rechace el documento.

Las pautas a seguir están establecidas en el apartado 3.1.4 de este documento. Además se deberá firmar dicho documento para que quede constancia de que se ha revisado y aceptado también en el documento objeto de revisión.

VI Revisión de la Verificación de la Arquitectura del Sistema

VI.1 Revisión de la Consistencia entre Productos del Diseño

Adriana Lima como Responsable de Calidad deberá realizar la revisión de la consistencia entre Productos del Diseño. Para ello se seguirán las pautas establecidas por el documento de Revisión Sistemática de Métricas de Diseño Orientado a Objetos de Juan José Olmedilla, ya que el documento de Métrica 3 no está orientado a objetos. Esto implica cumplir las siguientes pautas:

- **Funcionalidad**: se comprueba que la capacidad del software debe proveer las funciones que cumplen con las necesidades implícitas y explícitas cuando el mismo es utilizado bajo ciertas condiciones.
- **Fiabilidad**: la capacidad del software de mantener un nivel específico de rendimiento bajo determinadas condiciones de uso.
- **Usabilidad**:la capacidad del producto software de ser entendido, aprendido, usado y atractivo al usuario, cuando se usa bajo ciertas condiciones.
- **Eficiencia**:la capacidad del software de ofrecer el rendimiento apropiado con respecto a la cantidad de recursos utilizados, bajo condiciones prefijadas.
- **Mantenibilidad**:la capacidad del producto de ser modificado. Dichas modificaciones pueden incluir correcciones, mejoras o adaptaciones a cambios en el entorno y en los requisitos y especificaciones funcionales.
- **Portabilidad**:la capacidad del software de ser trasladado de un entorno (informático) a otro.

Como resultado de esta revisión, se debe generar un Informe de Auditoría que recoja la aceptación o no de la Arquitectura del Sistema y las causas del rechazo en caso de que se produzca.

VI.2 Registro de la Aceptación de la Arquitectura del Sistema

Cuando se haya realizado la revisión de la Arquitectura del Sistema, deberá registrarse en este documento la aceptación para que quede constancia que dicho diseño ha sido aprobado por el Responsable de Calidad y que por tanto cumple con los requisitos de Calidad establecidos en el Plan de Aseguramiento de Calidad. Además deberá generarse un Informe de Auditoría que en caso de rechazo deberá contener las causas de la no aceptación de la Arquitectura del Sistema.

VII Registro de la Aprobación del Diseño del Sistema de Información

VII.1 Registro de la Aprobación del Sistema de Información

Alberto García Hernández registrará en este documento, así como en el DDS, que se ha aprobado el diseño realizado. Este registro se realizará cuando se haya realizado la revisión del catálogo de requisitos así como del documento para verificar que cumple lo establecido en el Plan de Aseguramiento de Calidad.

Alberto García Hernández
Jefe de Proyecto

Capítulo 10

Informe de seguimiento 1

I Cálculo de la Priorización

I.1 Propósito y alcance del proyecto

Con este documento se pretende realizar un seguimiento del estado actual del proyecto, para ello, se comparan en él las estimaciones que se realizaron en su momento con los datos reales obtenidos hasta la fecha. Gracias a esta comparación, será posible ajustar las estimaciones iniciales de modo que se obtenga una estimación más precisa y realista. Además, se observará si ha aparecido alguno de los riesgos definidos en el documento de Gestión de Calidad y si se ha actuado de acuerdo al plan de acción establecido.

Para cumplir con los objetivos definidos para este documento, se pondrán en común todas las tareas llevadas a cabo por los miembros del equipo. Cada uno de los miembros debe rellenar una hoja de imputación de horas, en la que refleje las horas dedicadas a cada uno de los productos generados hasta el momento, de forma que puedan compararse el tiempo real dedicado con el tiempo que se estimó en el documento de cálculo de costes.

Las tareas que se ven afectadas por este documento son aquellas cuya fecha de finalización estimada está entre el comienzo del proyecto y el día 05 de Abril del presente año, estas tareas son las siguientes: DCC, OFE, GCONF, PGCal.

I.2 Acrónimos y definiciones

- DAS: Documento de Análisis del Sistema.
- DCC: Documento de Cálculo de Costes.
- DDS: Documento de Diseño del Sistema.
- DHP: Documento de Histórico del Proyecto.
- DIS: Documento de Implantación del Sistema.
- EVS: Estudio de Viabilidad del Sistema.

- IAS: Implantación y Asimilación del Sistema.
- IQS: Informe Quincenal de Seguimiento.
- OFE: Oferta.
- GConf: Plan de Gestión de Configuración.
- PGCal: Plan de Gestión de Calidad.
- PER: Planificación y especificación de requisitos.
- DCS: Documento de Construcción del Sistema.

II Progreso actual del proyecto

En este apartado se muestra el estado actual del proyecto, pudiendo observarse las tareas finalizadas, en las que se puede ver el esfuerzo estimado y el esfuerzo real dedicado a ellas; las tareas que actualmente se están llevando a cabo y las tareas que aún no han comenzado.

II.1 Tareas Finalizadas

Tarea	Inicio Estimado	Inicio Real	Fin estimado	Fin real	Duración estimada	Duración real	Desviación
OFE	01/02/17	03/02/17	03/02/17	05/02/17	3 días	2 días	1
DCC	01/02/17	03/02/17	03/02/17	06/02/17	3 días	3 días	0
EVS	06/02/17	06/02/17	17/02/17	18/02/17	11 días	12 días	-1
IQS1	17/02/17	18/02/17	22/02/17	24/02/17	5 días	6 día	-1

Cuadro 10.1: Tareas Finalizadas.

II.2 Actividades en marcha

En este punto se muestran las actividades que se empezaron antes de la creación de este documento y aún siguen desarrollándose, se detalla además la fecha de inicio y la fecha estimada de finalización, así como la duración y la fecha de fin estimado de cada tarea. También se muestra la desviación actual de cada tarea respecto a las estimaciones iniciales. Como puede observarse, en el momento de realización de este documente han empezado a aparecer retrasos (en el informe quincenal de seguimiento) que deben ser solventados con el fin de evitar mayores problemas durante el desarrollo del proyecto.

Tarea	Inicio Estimado	Inicio Real	Fin estimado	Duración estimada	Desviación
PGCal	20/02/17	25/02/17	03/03/17	5 días	1 día

Cuadro 10.2: Actividades en marcha.

II.3 Actividades a comenzar

En este apartado están recogidas todas las actividades que aún no se han comenzado del proyecto, así como las fechas de inicio y finalización previstas.

La tarea DCS está compuesta por tres iteraciones, las cuales contienen sus correspondientes fases de diseño y análisis, en las cuales se detallarán los casos de uso, diagramas de clases, diagramas de secuencia, y todo lo relacionado en estas fases.

Tarea	Inicio Estimado	Fin estimado
GConf	27/02/17	03/03/17
DCS	01/04/17	02/05/17
IAS	13/09/17	15/09/17

Cuadro 10.3: Actividades a comenzar.

II.4 Grado de avance del proyecto

Por último se muestra el porcentaje del trabajo realizado hasta la fecha, además del estimado que se tuvo en cuenta en el documento de oferta.

Tarea	Fecha de inicio	Fecha de finalización estimada	Fecha de finalización real	Porcentaje estimado	Porcentaje real
OFE	03/02/17	03/02/17	06/02/17	100 %	100 %
DCC	03/02/17	03/02/17	06/02/17	100 %	100 %
EVS	06/02/17	17/02/17	18/02/17	100 %	100 %
IQS1	17/02/17	22/02/17	24/02/17	100 %	100 %
PGCal	25/02/17	03/03/17	-	40 %	33 %
GConf	27/02/17	03/03/17	-	0	0
DCS	01/04/17	02/05/17	-	0	0
IAS	13/09/17	15/09/17	-	0	0

Cuadro 10.4: Grado de avance

III Cálculo de la Priorización

En este apartado se muestra una comparativa entre el esfuerzo estimado para cada uno de los productos generados en el proyecto y el esfuerzo real dedicado a los mismos. Para ello, se han utilizado las estimaciones realizadas en la planificación y en el documento de cálculo de costes y se han comparado con las hojas de imputación de horas, en las que aparecen las horas reales dedicadas por cada persona a cada uno de los productos.

III.1 Personal

Alberto García Hernández

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
OFE	34.44	27.35	7.09
DCC	34.44	33.56	0.88
EVS	114.82	128.74	-13.92
IQS	11.48	12.3	-0.82

Cuadro 10.5: Alberto:Horas respecto al total del proyecto.

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
OFE	34.44	27.35	7.09
DCC	34.44	33.56	0.88
EVS	114.82	128.74	-13.92
IQS	11.48	12.3	-0.82

Cuadro 10.6: Alberto:Periodo contemplado en este informe.

Juan Abascal Sánchez

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
OFE	23.76	18.65	5.11
DCC	23.76	22.93	0.83
EVS	79.22	87.32	-8.1
IQS	7.92	6.49	1.43

Cuadro 10.7: Juan:Horas respecto al total del proyecto.

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
OFE	23.76	18.65	5.11
DCC	23.76	22.93	0.83
EVS	79.22	87.32	-8.1
IQS	7.92	6.49	1.43

Cuadro 10.8: Juan:Periodo contemplado en este informe.

Daniel González de la Hera

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
OFE	3.1	2.97	0.13
DCC	3.1	3.13	-0.03
EVS	10.33	18.03	-7.7
IQS	1.33	1.28	0.05

Cuadro 10.9: Daniel:Horas respecto al total del proyecto.

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
OFE	3.1	2.97	0.13
DCC	3.1	3.13	-0.03
EVS	10.33	18.03	-7.7
IQS	1.33	1.28	0.05

Cuadro 10.10: Daniel:Periodo contemplado en este informe.

Carlos Olivares Sánchez-Manjavacas

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
OFE	3.44	2.87	0.57
DCC	3.44	3.34	0.1
EVS	11.48	19.23	-7.75
IQS	1.14	1.18	-0.04

Cuadro 10.11: CarlosOSM:Horas respecto al total del proyecto.

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
OFE	3.44	2.87	0.57
DCC	3.44	3.34	0.1
EVS	11.48	19.23	-7.75
IQS	1.14	1.18	-0.04

Cuadro 10.12: CarlosOSM:Periodo contemplado en este informe.

Carlos Tormo Sánchez

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
OFE	0.34	0.26	0.08
DCC	0.34	0.33	0.01
EVS	1.14	3.21	-2.07
IQS	0.11	0.13	-0.02

Cuadro 10.13: CarlosTS:Horas respecto al total del proyecto.

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
OFE	0.34	0.26	0.08
DCC	0.34	0.33	0.01
EVS	1.14	3.21	-2.07
IQS	0.11	0.13	-0.02

Cuadro 10.14: CarlosTS:Periodo contemplado en este informe.

Adriana Lima

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
OFE	3.44	3.12	0.32
DCC	3.44	3.4	0.04
EVS	11.48	16.36	-4.88
IQS	1.14	1.19	-0.05

Cuadro 10.15: Adriana:Horas respecto al total del proyecto.

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
OFE	3.44	3.12	0.32
DCC	3.44	3.4	0.04
EVS	11.48	16.36	-4.88
IQS	1.14	1.19	-0.05

Cuadro 10.16: Adriana:Periodo contemplado en este informe.

Irina Shayk

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
OFE	0.34	0.2	0.14
DCC	0.34	0.36	-0.02
EVS	1.134	2.30	-1.16
IQS	0.11	0.14	0.03

Cuadro 10.17: Irina:Horas respecto al total del proyecto.

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
OFE	0.34	0.2	0.14
DCC	0.34	0.36	-0.02
EVS	1.14	2.30	-1.16
IQS	0.11	0.14	0.03

Cuadro 10.18: Irina:Periodo contemplado en este informe.

III.2 Recursos acumulados

		06/02/2017	18/02/2017	26/02/2017
Documento de oferta	estimado	65.10	65.10	65.10
	real	55.42	55.42	55.42
Documento de cálculo de costes	estimado	65.10	65.10	65.10
	real	69.05	69.05	69.05
Informe quincenal de seguimiento	estimado	21.7	21.7	21.7
	real	0	0	22.71
Estudio de viabilidad del sistema	estimado	217.01	217.01	217.01
	real	0	275.19	275.19

Cuadro 10.19: Recursos acumulados.

- Gráfica de recursos estimados acumulados

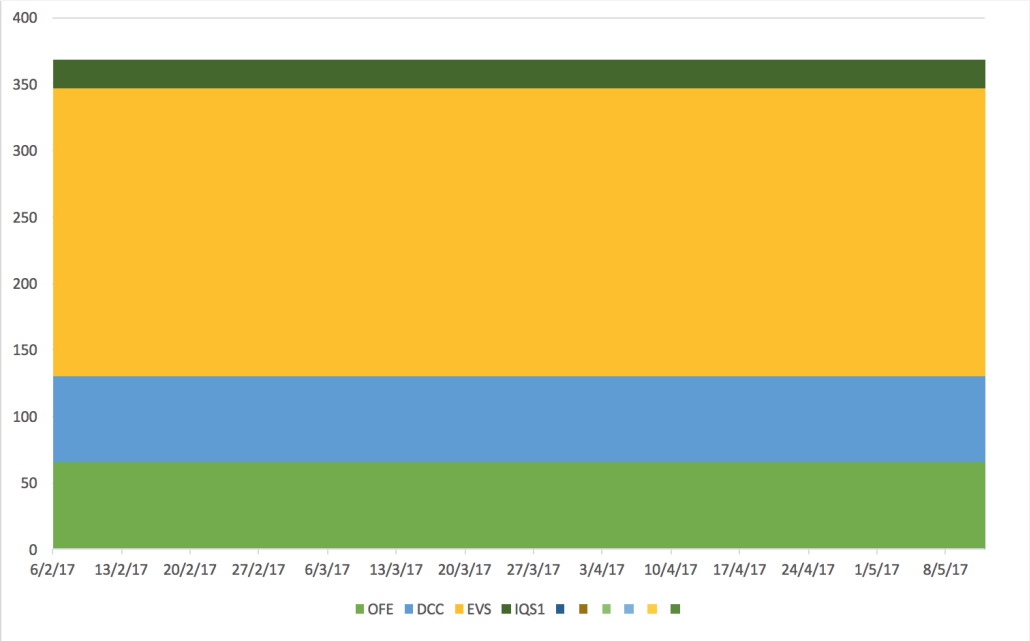


Figura 10.1: Gráfico de recursos estimados acumulados

- Gráfica de recursos reales acumulados

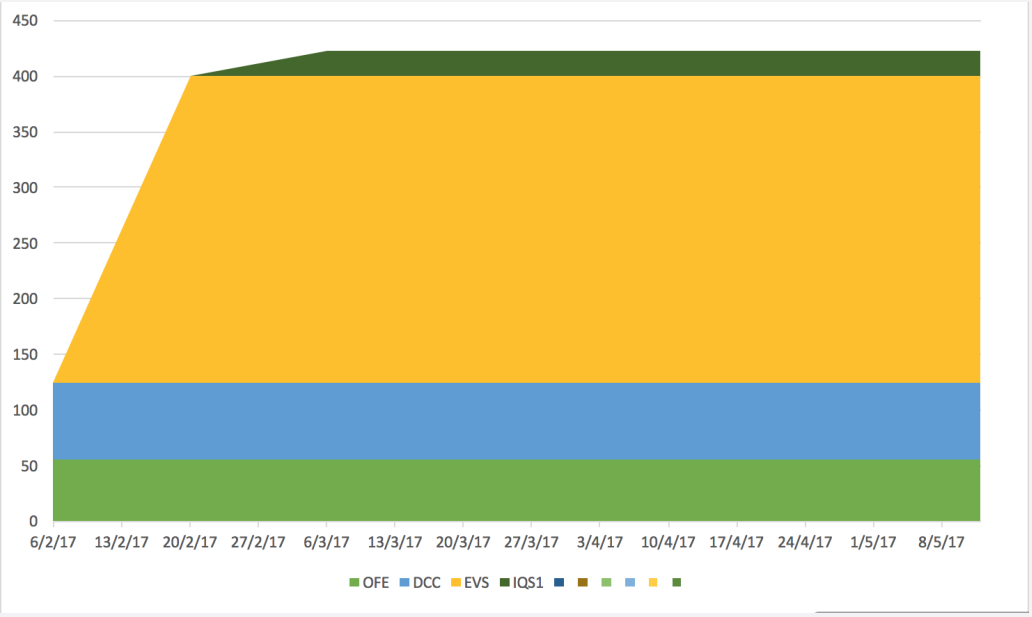


Figura 10.2: Gráfico de recursos reales acumulados

IV Retrasos

En la siguiente tabla se muestran los retrasos leves que se han producido durante las dos últimas semanas, pues tras el reparto de tareas inicial a principios de semana, la fecha de entrega convenida por el director de proyecto es el jueves y muchas de las actividades no quedan terminadas hasta el fin de semana.

Es importante reaccionar ante esta situación pues la fecha de entrega límite de las tareas a realizar cada semana es el domingo a las 23:59 horas.

Hemos sufrido un retraso con el documento EVS de 2 días, pero afortunadamente no ha afectado a nuestra planificación, ya que los trabajadores han conseguido finalizar esa entrega sin que las entregas posteriores sufrieran ningún retraso.

Retraso	Motivo	Acción a tomar
EVS	Excesiva carga de trabajo	Mejor reparto de esta tarea

Cuadro 10.20: Retrasos en el proyecto.

V Análisis de riesgos

Es necesario identificar los riesgos para que el gestor del proyecto pueda ir un paso por delante para controlarlos o evitarlos cuando sea posible.

Uno de los métodos existentes para identificar los riesgos es crear una lista de comprobación de elementos de riesgo. Esta se puede utilizar para identificar riesgos y se enfoca en un subconjunto de riesgos conocidos y predecibles en las siguientes subcategorías genéricas:

- **Tamaño del producto:** riesgos asociados con el tamaño general del software a construir o a modificar.
- **Impacto en el negocio:** riesgos asociados con las limitaciones impuestas por la gestión o por el mercado.
- **Características del cliente:** riesgos asociados con la sofisticación del cliente y la habilidad del desarrollador para comunicarse con el cliente en los momentos oportunos.
- **Tecnología a construir:** riesgos asociados con la complejidad del sistema a construir y la tecnología punta que contiene el sistema.
- **Tamaño y experiencia de la plantilla:** riesgos asociados con la experiencia técnica y de proyectos de los ingenieros del software que van a realizar el trabajo.

Una vez definidas las categorías consideradas, se ha procedido a identificar los riesgos asociados a ellas. Para realizar un análisis objetivo, se ha decidido utilizar una herramienta conocida como Tabla de Impacto. Esta herramienta consiste en una tabla en la que se representa el impacto que tiene cada uno de los riesgos identificados para cuatro objetivos del proyecto (coste, tiempo, alcance y calidad).

- **Riesgos del tamaño del producto:**
    - Riesgo-01: Subestimar el tamaño total del proyecto
- **Riesgos del impacto en el negocio:**

	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Coste				X	
Tiempo				X	
Alcance					X
Calidad					X

Cuadro 10.21: Riesgo-01.

- Riesgo-02: La documentación del proyecto elaborada y ofrecida al cliente tiene una calidad insuficiente

	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Coste			X		
Tiempo			X		
Alcance	X				
Calidad				X	

Cuadro 10.22: Riesgo-02.

- Riesgo-03: Costos asociados a un retraso en la entrega

	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Coste			X		
Tiempo				X	
Alcance				X	
Calidad			X		

Cuadro 10.23: Riesgo-03.

- **Riesgos relacionados con el cliente:**

  - Riesgo-04: El cliente no tiene una idea clara de lo que quiere

	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Coste				X	
Tiempo				X	
Alcance		X			
Calidad			X		

Cuadro 10.24: Riesgo-04.

  - Riesgo-05: El cliente no entiende el proceso del software

	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Coste			X		
Tiempo				X	
Alcance		X			
Calidad			X		

Cuadro 10.25: Riesgo-05.

- **Riesgos tecnológicos:**

  - Riesgo-06: Falta de experiencia con la tecnología que se pretende utilizar

	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Coste				X	
Tiempo					X
Alcance				X	
Calidad				X	

Cuadro 10.26: Riesgo-06.

- **Riesgos asociados a la plantilla:**

  - Riesgo-07: Subestimar el número de personas en plantilla requeridas para el proyecto

	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Coste				X	
Tiempo				X	
Alcance			X		
Calidad				X	

Cuadro 10.27: Riesgo-07.

  - Riesgo-08: Experiencia o conocimientos del personal insuficientes

	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Coste				X	
Tiempo				X	
Alcance				X	
Calidad				X	

Cuadro 10.28: Riesgo-08.

V.1

Análisis Cualitativo

Para analizar el impacto real de cada uno de los riesgos identificados, se ha decidido representar su impacto en términos monetarios, así como la probabilidad de que dicho suceso se produjera. Para ello nos hemos basado en las probabilidades mostradas en la tabla que se encuentra a continuación. Este método es conocido como Valor Monetario Esperado (VME).

Condiciones Definidas para Escalas de Impacto de un Riesgo sobre los Principales Objetivos del Proyecto (Sólo se muestran ejemplos para impactos negativos)					
	Se muestran escalas relativas o numéricas				
Objetivo del Proyecto	Muy bajo /0.05	Bajo /0.10	Moderado /0.20	Alto /0.40	Muy alto /0.80
Costo	Aumento de costo insignificante	Aumento del costo <10%	Aumento del costo del 10-20%	Aumento del costo del 20-40%	Aumento del costo >40%
Tiempo	Aumento de tiempo insignificante	Aumento del tiempo <5%	Aumento del tiempo del 5-10%	Aumento del tiempo del 10-20%	Aumento del tiempo >20%
Alcance	Disminución del alcance apenas perceptible	Áreas de alcance secundarias afectadas	Áreas de alcance principales afectadas	Reducción del alcance inaceptable para el patrocinador	El elemento final del proyecto es efectivamente inservible
Calidad	Degradación de la calidad apenas perceptible	Sólo se ven afectadas las aplicaciones muy exigentes	La reducción de la calidad requiere la aprobación del patrocinador	Reducción de la calidad inaceptable para el patrocinador	El elemento final del proyecto es efectivamente inservible

Figura 10.3: Tabla de Impactos del Análisis Cualitativo

Riesgo	Impacto (€)	Probabilidad	VME (€)
Riesgo-01	3000	0.3	900
Riesgo-02	1000	0.2	200
Riesgo-03	1500	0.3	450
Riesgo-04	2000	0.2	400
Riesgo-05	500	0.4	200
Riesgo-06	1200	0.1	120
Riesgo-07	2500	0.2	500
Riesgo-08	5000	0.1	500
Total	16700		3270

Cuadro 10.29: Analisis Cualitativo.

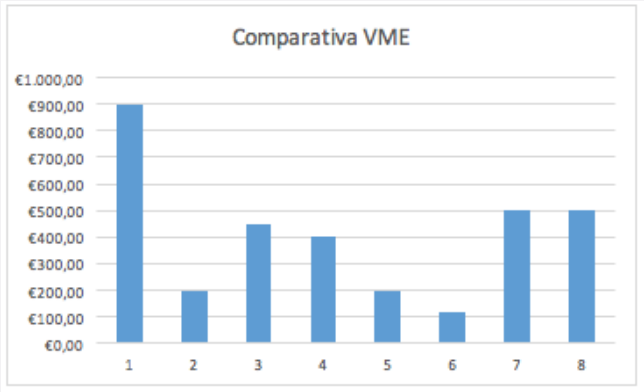


Figura 10.4: Grafico análisis cualitativo

VI Cálculo de la Priorización

En este apartado se ha llevado a cabo una actualización de la planificación, incluyendo las fechas de finalización real si ya se conocen. Esto permitirá tener una visión global acerca del progreso actual del proyecto.

Id	Nombre de tarea	Comienzo	Fin previsto	Fin real
1	Fase de Documentación	mié 01/02/17	vie 03/03/17	Pendiente
2	Oferta y Documento de Control de Costes	mié 01/02/17	vie 03/02/17	lun 06/02/17
3	Estudio de la Viabilidad del Sistema	lun 06/02/17	vie 17/02/17	sáb 18/02/17
4	Plan de Gestión de la Calidad	lun 20/02/17	vie 24/02/17	0.33
5	Plan de Gestión de la Configuración	lun 27/02/17	vie 03/03/17	Pendiente
6	Fin de la fase de Documentación	vie 03/03/17	vie 03/03/17	Pendiente
7	Planificación y Especificación de Requisitos	lun 06/03/17	mar 14/03/17	Pendiente
8	Diagrama de Casos de Uso	lun 06/03/17	jue 09/03/17	Pendiente
9	Descripción de Casos de Uso de Alto Nivel	vie 10/03/17	mar 14/03/17	Pendiente
10	Estimación y Priorización	vie 10/03/17	mar 14/03/17	Pendiente
11	Fin de la Planificación	mar 14/03/17	mar 14/03/17	Pendiente
12	Construcción	mié 15/03/17	mié 13/09/17	Pendiente
13	Primera Iteración	mié 15/03/17	vie 12/05/17	Pendiente
14	Análisis	mié 15/03/17	vie 24/03/17	Pendiente
15	Casos de Uso Expandidos	mié 15/03/17	jue 16/03/17	Pendiente
16	Contrato de Operaciones	vie 17/03/17	lun 20/03/17	Pendiente

17	Modelo Conceptual	mar 21/03/17	mié 22/03/17	Pendiente
18	Arquitectura de Sistema	jue 23/03/17	vie 24/03/17	Pendiente
19	Fin de Análisis	vie 24/03/17	vie 24/03/17	Pendiente
20	Diseño	lun 27/03/17	jue 30/03/17	Pendiente
21	Diagrama de Clases	lun 27/03/17	mar 28/03/17	Pendiente
22	Diagrama de Transición de Estados	lun 27/03/17	mar 28/03/17	Pendiente
23	Diagrama de Secuencia	mié 29/03/17	jue 30/03/17	Pendiente
24	Fin Diseño	jue 30/03/17	jue 30/03/17	Pendiente
25	Refinamiento del Plan	vie 31/03/17	vie 31/03/17	Pendiente
26	Sincronización de Modelos	lun 03/04/17	lun 03/04/17	Pendiente
27	Desarrollo	mar 04/04/17	vie 12/05/17	Pendiente
28	Pruebas	mar 04/04/17	lun 08/05/17	Pendiente
29	Fin de la Primera Iteración	vie 12/05/17	vie 12/05/17	Pendiente
30	Segunda Iteración	vie 12/05/17	mar 11/07/17	Pendiente
31	Análisis	vie 12/05/17	mié 24/05/17	Pendiente
32	Casos de Uso Expandidos	vie 12/05/17	lun 15/05/17	Pendiente
33	Contrato de Operaciones	mié 17/05/17	jue 18/05/17	Pendiente
34	Modelo Conceptual	vie 19/05/17	lun 22/05/17	Pendiente
35	Arquitectura de Sistema	mar 23/05/17	mié 24/05/17	Pendiente
36	Fin de Análisis	mié 24/05/17	mié 24/05/17	Pendiente
37	Diseño	jue 25/05/17	mar 30/05/17	Pendiente
38	Diagrama de Clases	jue 25/05/17	vie 26/05/17	Pendiente
39	Diagrama de Transición de Estados	jue 25/05/17	vie 26/05/17	Pendiente
40	Diagrama de Secuencia	lun 29/05/17	mar 30/05/17	Pendiente
41	Fin Diseño	mar 30/05/17	mar 30/05/17	Pendiente
42	Refinamiento del Plan	mié 31/05/17	mié 31/05/17	Pendiente
43	Sincronización de Modelos	mar 30/05/17	mar 30/05/17	Pendiente
44	Desarrollo	mié 31/05/17	mar 11/07/17	Pendiente
45	Pruebas	mié 07/06/17	mar 11/07/17	Pendiente

46	Fin de la Segunda Iteración	mar 11/07/17	mar 11/07/17	Pendiente
47	Tercera Iteración	mié 12/07/17	mié 13/09/17	Pendiente
48	Análisis	mié 12/07/17	vie 21/07/17	Pendiente
49	Casos de Uso Expandidos	mié 12/07/17	jue 13/07/17	Pendiente
50	Contrato de Operaciones	vie 14/07/17	lun 17/07/17	Pendiente
51	Modelo Conceptual	mar 18/07/17	mié 19/07/17	Pendiente
52	Arquitectura de Sistema	jue 20/07/17	vie 21/07/17	Pendiente
53	Fin Análisis	vie 21/07/17	vie 21/07/17	Pendiente
54	Diseño	lun 24/07/17	jue 27/07/17	Pendiente
55	Diagrama de Clases	lun 24/07/17	mar 25/07/17	Pendiente
56	Diagrama de Transición de Estados	lun 24/07/17	mar 25/07/17	Pendiente
57	Diagrama de Secuencia	mié 26/07/17	jue 27/07/17	Pendiente
58	Fin Diseño	jue 27/07/17	jue 27/07/17	Pendiente
59	Refinamiento del Plan	vie 28/07/17	vie 28/07/17	Pendiente
60	Sincronización de Modelos	vie 28/07/17	vie 28/07/17	Pendiente
61	Desarrollo	lun 31/07/17	jue 07/09/17	Pendiente
62	Pruebas	vie 04/08/17	jue 07/09/17	Pendiente
63	Fin de la Tercera Iteración	mié 13/09/17	mié 13/09/17	Pendiente
64	Implantación	mié 13/09/17	vie 15/09/17	Pendiente
65	Impantación	mié 13/09/17	vie 15/09/17	Pendiente
66	Fin del Proyecto	vie 15/09/17	vie 15/09/17	Pendiente

Cuadro 10.30: Planificación.

VII Conclusiones

El análisis de la situación presentado recoge la información de las primeras etapas del proyecto, que son muy importantes a la hora de orientarlo bien, aunque supongan poco riesgo. Para llevar a cabo las conclusiones hemos usado la técnica retrospectiva PMI (Plus-Minus-Interesting).

VII.1 Minus

Hemos observado ligeras desviaciones respecto a los plazos estimados, tanto en la planificación de la duración de las tareas como en la planificación de horas por empleado dedicadas a cada una de las tareas. Por otro lado, hemos detectado que hay tareas más complejas que otras, las cuales habíamos sobrevalorado en un principio y eso nos ha llevado a realizar entregas tardías.

VII.2 Interesting

En los próximos días se convocará una reunión con toda la plantilla en la que el Jefe de Proyecto, Alberto García Hernández, analizará el trabajo individual de cada uno de los integrantes, así como las dificultades obtenidas y las razones por las que no hemos sido capaces de cumplir los plazos estimados. A continuación, se actualizará la planificación de tareas para ajustarla a las nuevas estimaciones.

VII.3 Plus

El análisis de riesgo realizado se pondrá en práctica con efecto inmediato para llevar a cabo acciones preventivas que nos ayuden a evitar o a controlar el impacto que puedan llegar a tener.

En definitiva, este documento nos ha servido de gran ayuda a la hora de analizar el trabajo realizado, identificar los problemas que han surgido e intentar solucionarlos para las entregas sucesivas. De esta forma, el proyecto continuará avanzando según lo planificado, manteniendo los estándares de calidad.

Capítulo 11

Plan General de Configuración

I Introducción

I.1 Propósito del plan

El Plan que a continuación se detalla, va dirigido tanto al personal desarrollador como al equipo de dirección. Con él se pretende dotar al proyecto de suficiente robustez a la hora de recopilar información acerca del estado del producto, así como a la hora de realizar un cambio. Los cambios son especialmente delicados en este, dado que existen elementos que requieren especial atención y cuidado a la hora de modificarlos. Así pues se pretende documentar cada línea base y cada cambio realizado según lo indicado más abajo cuando se detallen las actividades de gestión de configuración.

I.2 Alcance

El presente plan de GCS se aplicará al proyecto realizado por Smart Software Solutions para CARSAFETY, el cual se corresponde con un sistema de gestión de la seguridad para vehículos, compuesto por cinco subsistemas: control del punto ciego, alerta de cambio de carril, alerta de velocidad, llamada automática de emergencia y sistema pre-colisión

I.3 Definiciones y acrónimos

A continuación aparecen las definiciones utilizadas en el presente plan de gestión de configuración.

Bibliotecas software: es un repositorio de documentación y de colecciones de software que sirve como soporte para ayudar en el desarrollo de un proyecto.

Ciclo de vida: es una secuencia estructurada y bien definida de las etapas necesarias para desarrollar un determinado producto software. Comité de Control de Cambios:] persona o conjunto de personas encargadas de supervisar y aprobar todos los cambios sugeridos.

Control de versiones: se trata de la gestión de las diversas modificaciones realizados sobre los elementos del proyecto.

Elementos de configuración: es la información creada como parte del proceso de un determinado proyecto.

Líneas base: especificación o producto que ya se ha revisado formalmente, y sobre el que se ha llegado a un acuerdo. De esta manera, sirve como base para cualquier desarrollo posterior que se quiera realizar.

Petición de cambio: solicitud que se presenta ante el CCC, que describe un cambio de cualquier tipo en el ciclo de vida natural del producto, o en aspectos relacionados.

Versión: es el estado en el que se encuentra un proyecto en un momento determinado de su desarrollo.

Versión en desarrollo: versión de un componente que todavía está sufriendo modificaciones y, por lo tanto, no está disponible para su uso.

Versión final: versión de un componente que se encuentra disponible para el uso de usuarios finales.

A continuación, aparecen los acrónimos utilizados en el presente plan de gestión de configuración.

CCB: Configuration Control Board. Comité de control de la configuración.

CI: Configuration Item. Elemento bajo gestión de la configuración.

CM: Configuration Management. Manejo de la gestión de la configuración.

SCM: Software Configuration Management. Gestión de configuración del software.

SCMR: SCM Responsible. Responsable del SCM.

SCMP: Software Configuration Management Plan

SCR: System/Software Change Request. Petición de cambio en el sistema/software.

CCC: Comité de Control de Configuración.

CCR: Responsable del CC.

EC: Elemento de Configuración.

EVS: Estudio de Viabilidad del Sistema

DAS: Documento de Análisis del Sistema.

DCC: Documento de Cálculo de Costes.

DDS: Documento de Diseño del Sistema.

DHP: Documento de Histórico del Proyecto.

DIS: Documento de Implantación del Sistema.

IAS: Implantación y Asimilación del Sistema.

IQS: Informe Quincenal de Seguimiento.

OFE: Oferta.

GConf: Plan de Gestión de Configuración.

PGCal: Plan de Gestión de Calidad.

PER: Planificación y especificación de requisitos

DCS: Documento de Construcción del Sistema.

II Especificaciones de requisitos

En este apartado se identifican las tareas de coordinación y gestión que serán necesarias para llevar a cabo la SCM. El SCMR será el encargado de realizar las siguientes actividades: definir ítems de configuración, definir un ambiente para llevar el control de cambios sobre estos ítems, definir el proceso de cambios, mantener la línea base del proyecto, controlar cambio importantes sobre la línea base del proyecto y auditar la estabilidad de la línea base.

Este apartado está compuesto por tres puntos: la organización del proyecto, las responsabilidades del SCRM, y las referencias a las políticas que se van a aplicar en este proyecto.

II.1 Organización

Debe existir contacto permanente y directo entre el personal desarrollador y el comité de control de cambios, de modo que las demoras en la tramitación de un cambio sean lo más cortas posible, de modo que los procesos tanto de mejora como de corrección no sean un trabajo tedioso. Tanto el comité de control de cambios como el resto de personal desarrollador deben prestar especial atención a los puntos en los que se ha estipulado que se van a establecer líneas base dentro del desarrollo.

II.2 Responsabilidades

Comité de control de cambios: conjunto de personas encargadas de valorar las ventajas y los inconvenientes de las solicitudes de cambios que pueden afectar al proyecto, de tal manera que el impacto que puede producir dichos cambios sea mínimo. Estas personas deben evaluar las peticiones de cambio, aceptándolas o rechazándolas.

Responsable de GC: es la persona encargada de la planificación de la configuración. Además es su responsabilidad definir las líneas base y asegurar su seguimiento. Como actividades secundarias, también participa en la implantación del producto con el cliente y es el responsable del control de cambios, es decir, debe reportar los cambios no autorizados e identificar y controlar los cambios en los CI. Es también el encargado de aprobar los cambios estructurales en la base de datos de configuración.

Bibliotecario: es el encargado de establecer y mantener el software y la documentación de cada proyecto de acuerdo a un proceso documentado. Debe proveer a los desarrolladores copias sobre las líneas base del proyecto e informarles sobre los cambios que surjan en relación a los elementos de configuración.

Resto personal desarrollador: este equipo debe revisar y realizar observaciones sobre el SCM, ya que posteriormente deberá de implementar las actividades de acuerdo al plan. Deberán participar también en la solución a los problemas del SCM que sean de su competencia. Por último, deberán implementar las prácticas, procesos y procedimientos definidos en el plan del proyecto y en otros planes o documentos complementarios.

Responsable	Ocupación
Juan Abascal	SCMR
Adriana Lima	CC
Alberto García	Bibliotecario
Carlos Olivares Sanchez-Manjavacas, Carlos Tormo Sánchez, Irina Shayk	Equipo de desarrollo

Cuadro 11.1: Responsabilidades.

II.3 Políticas, directivas y procedimientos aplicables

Durante el proceso de documentación se y desarrollo de todo el proyecto se van a utilizar la herramienta GIT, almacenando el proyecto en un repositorio privado de la empresa BitBucket, permitiendo un control de versiones muy eficiente. Toda la documentación será llevada a cabo en el lenguaje LaTex, por lo que utilizaremos también GIT para su control de versiones. Sin embargo, con el fin de facilitar el desarrollo de la documentación, se realizarán en Google Docs varias versiones, para posteriormente pasarlas a LaTex.

- **Políticas de configuración de código fuente y documentación de usuario:** se utilizará un repositorio privado en la empresa BitBucket, que implementa un sistema GIT, para llevar a cabo un control de las versiones. Cada *commit* será explicativo, lo que ayudará a todo el equipo.
- **Política de almacenamiento:** se utilizará Google Drive junto con Google Docs para las primeras versiones de la documentación. Una vez el contenido del documento sea firme, será transcrito a LaTex y almacenado junto con el código fuente en el repositorio de BitBucket.
- **Políticas de cambios:** los documentos únicamente podrán ser modificados por el responsable de la gestión de configuración (CCR) y solo cuando el Comité de Control de Cambios lo estime oportuno. Cualquier miembro del equipo podrá proponer una solicitud para cambiar o revisar cualquier parte del proyecto. Esta solicitud será comunicada al CCR y posteriormente se remitirá al CCC.
- **Política de confidencialidad:** todo los documentos relacionados con el proyecto, ya sean para uso interno del equipo o para el cliente tendrán un carácter confidencial.

III Actividades de gestión de configuración

A lo largo de este apartado se explicarán las actividades de Gestión de Configuración del Software (SCM) que se van a realizar durante el desarrollo del proyecto CARSEAFTY. Para ello, primero se hará una identificación de la configuración y finalmente se detallará el control de cambios de la configuración.

III.1 Identificación de la configuración

A continuación se identificará y se hará una descripción detallada de todos aquellos elementos que deban ser considerados Elementos de Configuración (EC).

III.1.1 Se establece la jerarquía preliminar del producto

En este apartado se estudia y muestra una primera visión de la estructura del sistema software. Esta estructura está definida por sistemas y subsistemas, así como por las relaciones entre cada uno de ellos. En la figura 11.1 podemos ver un esquema simplificado de esta estructura.

A continuación se describen los sistemas y subsistemas que entran en juego en el sistema software:

Subsistema *pre-crash*: este subsistema se encarga del control de posibles colisiones y la disminución de la velocidad o parada del vehículo en caso de alta probabilidad de colisión.

Subsistema de alerta de velocidad: este subsistema se encarga de alertar al conductor si la velocidad instantánea del vehículo supera la velocidad máxima permitida en la vía.

Subsistema de control de punto ciego: este subsistema se encarga de advertir al conductor de la presencia de vehículos en el lateral trasero del vehículo (en el conocido como punto ciego).

Subsistema de control de la fatiga: este subsistema se encarga de avisar al conductor en caso de que este pierda la atención al volante a causa de la fatiga o similar.

Subsistema de cambio de carril: este subsistema es el encargado de comparar la trayectoria del vehículo con la de la vía y advertir al conductor si el vehículo se desvía de la trayectoria que debe seguir.

Subsistema de llamada de emergencia: este subsistema de encarga de realizar una llamada a los servicios de emergencia en caso de que sea necesario.

Sistema de comunicación central: este sistema se encarga de comunicar el resto de subsistemas con el sistema central de CARSEAFTY.

Sistema CARSEAFTY: este sistema es el encargado de centralizar la información, mostrarla al conductor y tomar las decisiones sobre las medidas a tomar en cada caso.

Figura 11.1: Estructura de los sistemas y subsistemas

III.1.2 Selección de los elementos de configuración

En este apartado se identifican los Elementos de Configuración (EC). Éstos son las unidades que se deben poder definir y controlar de forma separada e independiente unos de otros. Así, se corresponden en este proyecto con los productos de las tareas de la metodología de Craig Larman [6] y , de forma complementaría, de Métrica3 [5].

Pueden verse en la tabla 11.2, en la que se indica el nombre del EC identificado.

NOMBRE
Documento de oferta
Documento de control de costes
Estudio de Viabilidad del Sistema

Continúa en la siguiente página

NOMBRE
Plan de Gestión de la Configuración
Plan de Calidad
Diagrama de casos de uso
Matriz de trazabilidad
Casos de uso de alto nivel
Priorización de casos de uso
Casos de uso en formato expandido
Arquitectura del sistema
Estimación
Planificación y seguimiento
Modelo de clases
Contratos de operación
Diagramas de secuencia
Gestión de cambios
Estándar de implementación
Ejecutable de implementación
Diagrama de estados
Reporte de pruebas
Presentación del sistema
Informes quinquenales de seguimiento

Cuadro 11.2: Elementos de Configuración.

III.1.3 Selección del esquema de identificación

Tras la identificación de los ECs del apartado anterior, es necesario escoger un esquema de identificación para poder referencialos a lo largo tanto del presente documento como del proyecto.

Para ello, hemos decidido usar una identificación no significativa. Los motivos para esta elección se fundamenten en dos aspectos básicos: por un lado, la fácil asignación de código identificativo; en segundo lugar, el uso de un medio electrónico para el desarrollo del proyecto, lo que suple el déficit de la identificación de identificativa.

Mediante el uso de hipervínculo se puede referenciar cada uno de los EC a pesar de que su nombre no sea identificativo.

Por ello, cada uno de los EC seleccionados en el apartado anterior, sus variantes y versiones serán identificados mediante cuatro dígitos antecedidos por las letras EC.

Por otro lado, la descripción de los elementos de configuración constará del código identificativo, el nombre del EC, su descripción, la iteración en la que surgió o fue identificado, la fecha de creación y el código identificativo de la línea base. Puede verse un ejemplo de esta tabla descriptiva en la tabla 11.3.

Código Identificativo:	Código	**Nombre:**	Nombre del EC
Iteración:	Iteración	**Fecha de creación:**	dd/mm/aaaa
Descripción:	Descripción del EC		
Línea base:	Línea base del EC		

Cuadro 11.3: Ejemplo de la Descripción de un EC.

III.1.4 Definición de relaciones

Tras definir los diferentes EC y saber como identificarlos, debemos definir e identificar las relaciones que existen entre ellos. Ello sirve para poder conocer qué elementos de configuración se ven afectados con los posibles cambios de otros elementos de configuración, y así poder delimitar los posibles impactos que se puedan producir.

En nuestro proyecto contemplamos varias posibles relaciones:

Dependencia (DEP): relación que se da cuando un EC tiene relación directa con otro EC. Es decir, si un EC cambia, el que tenga relación directa con él se verá afectado y podrá resultar modificado.

Derivación (DER): relación que se da cuando un EC requiere que haya terminado otro anterior.

Sucesión (SUC): relación de histórico de cambios sobre un EC de una revisión a otra.

Variante (VAR): relación de las distintas variaciones que hay sobre un mismo EC.

Composición (COMP): relación que se da cuando un EC está compuesto por un conjunto de ECs.

Una vez vistas las distintas relaciones que se pueden dar entre dos EC, pasamos a proponer un esquema de identificación de las mismas. Lo primero que se indicará, tal y como se ve en la figura 11.2, serán los identificadores de los dos EC relacionados separados por un guión. A continuación, y mediante la separación por otro guión, se indicará la abreviatura de la relación que los uno vista en el párrafo anterior.

Figura 11.2: Esquema de identificación de relación entre ECs.

En cuanto a las relaciones y al esquema mencionado, se deben tener varios aspectos en cuenta:

- Si la relación es bidireccional (véase Relación de Dependencia), el orden de los identificadores que se indique en es esquema de la figura 11.2 es indiferente.

- Si la relación es unidireccional, el orden de los elementos de configuración en el formato sí es significativo. En la Relación de Derivación (DER), EC1-EC2-DER implica que EC2 deriva de EC1. En el caso de la Relación de Sucesión (SUC), EC1-EC2-SUC implica que EC2 surge de una revisión de EC1, por lo que EC2 es el *hijo* de EC1.

- Si la relación es de Composición (COMP), se añadirán tantos identificadores como sean necesarios al esquema de la figura 11.2, siendo EC1 el EC que se compone de los EC2 a ECn.

- Si la relación es de Sucesión (SUC), EC1-EC2-SUC implica que EC1 es una versión actualizada de EC2. Véase que al ser un identificador no significativo, cada versión de un mismo EC tiene un identificador distinto.

- SI la relación es Variante (VAR), EC1-EC2-VAR implica que EC2 es una variante de EC1.

III.1.5 Definición y establecimiento de líneas base

En este apartado se recogen las diferentes líneas base del proyecto. Como se puede ver en la tabla 11.4 para cada una de ellas recogemos su nombre, su descripción, su estado (que será o bien *abierta* o bien *cerrada*), la fecha y los identificadores de los EC que la componen.

Nombre:	Nombre de la línea base		
Descripción:	Descripción de la línea base		
Estado:	Abierta/Cerrada	**Fecha de creación:**	dd/mm/aaaa
EC1	Identificador EC1	**EC2**	Identificador EC2
EC3	Identificador EC3	**ECn**	Identificador ECn

Cuadro 11.4: Ejemplo de una Línea Base.

Las líneas base definidas en este proyecto son:

- Fase de Documentación

- Fase de Planificación y Especificación de requisitos

- Fase de Análisis de la primera iteración

- Fase de Diseño de la primera iteración

- Fase de Análisis de la segunda iteración

- Fase de Diseño de la segunda iteración

- Fase de Análisis de la tercera iteración

- Fase de Diseño de la tercera iteración

- Fase de Implementación

III.1.6 Definición y establecimiento de bibliotecas de software

A lo largo de este apartado se definirán las bibliotecas de software que serán usadas durante el proyecto. Así mismo, se establecerá su ubicación exacta dentro del proyecto. Así, y como se verá en este apartado, incluiremos bibliotecas de documentación, de soporte, de desarrollo, de *backup* y una maestra, entre otras.

Así, las bibliotecas establecidas se ubicarán todas ellas dentro de la siguiente ruta:

```
1   $PATH:$ /User/carseafty/
```

Puede verse un esquema del sistema de librerías en la figura 11.4. Las bibliotecas de nuestro proyecto serán:

Documentación: contendrá la documentación del proyecto. Esta documentación estará recogida en cuatro subgrupos diferentes: la documentación relativa a la oferta y los costes, la documentación de Estudio de Viabilidad del Sistema, la documentación de calidad y la documentación de configuración.

La ubicación de cada una de estas carpetas será:

```
1     $PATH:$ /User/carseafty/documentation/offer
2     $PATH:$ /User/carseafty/documentation/evs
3     $PATH:$ /User/carseafty/documentation/quality
4     $PATH:$ /User/carseafty/documentation/configuration
```

Desarrollo: esta biblioteca recoge el trabajo desarrollado por el equipo de desarrollo. El código y documentación aquí almacenado está en proceso, pero no acabado. Una vez estén finalizados, pasarán a la biblioteca de producción. Esta biblioteca está dividida en las siguientes bibliotecas, correspondientes a los subsistemas del proyecto:

```
1     $PATH:$ /User/carseafty/development/precrash
2     $PATH:$ /User/carseafty/development/velocity
3     $PATH:$ /User/carseafty/development/laneChange
4     $PATH:$ /User/carseafty/development/blindSpot
5     $PATH:$ /User/carseafty/development/ecall
6     $PATH:$ /User/carseafty/development/fatigue
7     $PATH:$ /User/carseafty/development/comunication
```

Producción: esta biblioteca contiene las líneas base creadas y acabadas. La ubicación exacta es:

```
1     $PATH:$ /User/carseafty/production
```

Maestra: esta biblioteca contiene la versión actual del cliente. La ubicación exacta es:

```
1     $PATH:$ /User/carseafty/production/master
```

Proves: esta carpeta contiene las pruebas realizadas sobre las distintas versiones del proyecto. Cada una de las versiones probadas tendrá una subcarpeta dentro de:

```
$PATH:$ /User/carseafty/proves
```

Backup: almacena una copia de seguridad. La ubicación exacta es:

```
$PATH:$ /User/carseafty/buckup
```

Como se indicó en al apartado II.3, se utilizará BitBucket para el almacenamiento de la documentación y el código. Así, se especificarán los permisos de cada una de las bibliotecas en función de la tabla **??**. Cabe destacar que si un miembro del equipo tiene permisos sobre una biblioteca de nivel superior, ello implica que tiene permisos sobre todas las bibliotecas de niveles inferiores.

III.2 Control de cambios en la configuración

III.2.1 Procedimiento aplicable

A lo largo de esta sección detallamos las actividades de solicitud, evaluación, aprobación e implementación de los cambios solicitados y realizados en los elementos de la configuración. El procedimiento descrito a continuación es el que se utilizará cada vez que se precise introducir un cambio en el sistema.

Este proceso se describe en la figura 11.3. Atendiendo a la misma, los pasos que se deben seguir son los siguientes:

1. Cuando un posible cambio en un EC es identificado, se debe generar una instancia del Informe de Solicitud de Cambios (véase III.2.2). Este debe recoger toda la información necesaria para justificar dicho cambio. Así mismo, es necesario que sea lo más detallado posible. Este informe será colocado en la carpeta de *configuration*, dentro de la carpeta de *changes* y, más concretamente, en la subcarpeta de *inProgress*. La ruta concreta sería:

```
$PATH:$ /User/carseafty/documentation/configuration/changes/inProgress
```

2. Una vez realizado el Informe de Solicitud de Cambio y registrada la petición, se debe revisar si esta está completa o no. Esta revisión será en parte prescindible si el formulario es electrónico y no permite el envío del mismo en caso de estar incompleto. Tras realizar esta comprobación, se debe evaluar la solicitud. Esta evaluación debe tener en cuenta los ECs afectados y el posible impacto de los cambios solicitados. Así, el Comité de Control de la Configuración debe decidir si aceptar o no la petición correspondiente.

3. En caso de que el CGC decida rechazar el cambio, la petición (el ISC) deberá ser trasladado a la carpeta:

```
$MOVE TO:$ /User/carseafty/documentation/configuration/changes/evaluated
```

   Además, se creará un Informa de Certificación de Cambios que se almacenará en la misma carpeta indicando el motivo de la denegación.

4. En caso de que el CGC decida aceptar la petición, deberá redactarse el ICC, indicando los aspectos antes detallados, y se almacenaráen la carpeta:

```
$PATH:$ /User/carseafty/documentation/configuration/changes/inProgress
```

5. A continuación, si el cambio ha sido aceptado, se debe diseñar y planificar el cambio para decidir cuándo llevar a caso su implementación. Dicha implementación será ejercida tanto en el elemento de la configuración sobre el que se solicitó el cambio como en los EC que estén relacionados con éste y cuyo cambio afecte.

6. Una vez el cambio sea realizado, se moverán ambos archivos (el ICC correspondiente y el ISC del cambio aplicado) a la carpeta:

```
$MOVE TO:$ /User/carseafty/documentation/configuration/changes/evaluated
```

III.2.2 Formato del Informe de Solicitud de Cambios

Puede encontrarse el Informe de Solicitud de Cambios en esta URL: https://carlososm.typeform.com/to/cuwCDI.

III.2.3 Formato del Informe de Certificación de Cambios

Puede encontrarse el Informe de Certificación de Cambios en esta URL: https://carlososm.typeform.com/to/DVPDc6.

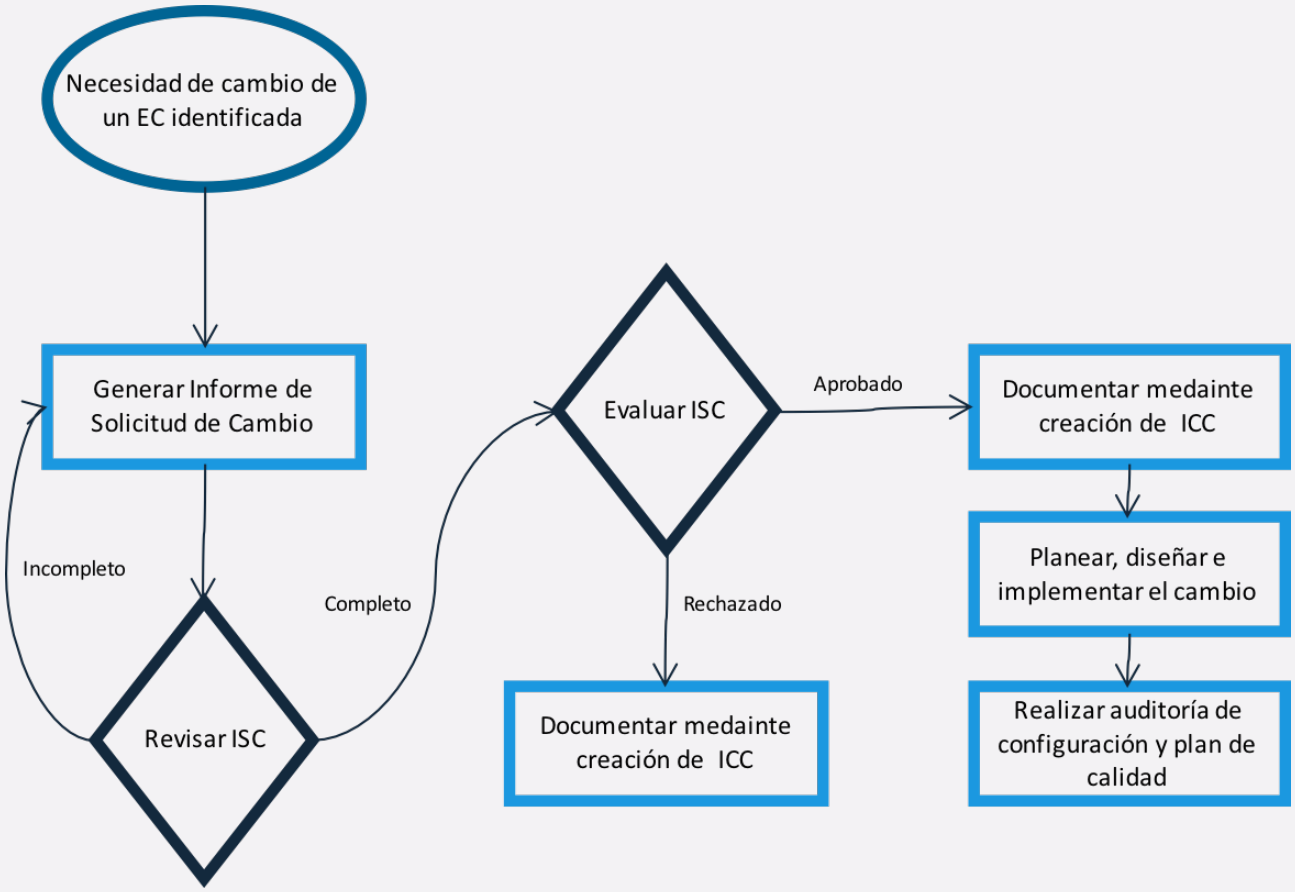


Figura 11.3: Procedimiento General de Control de Cambios.

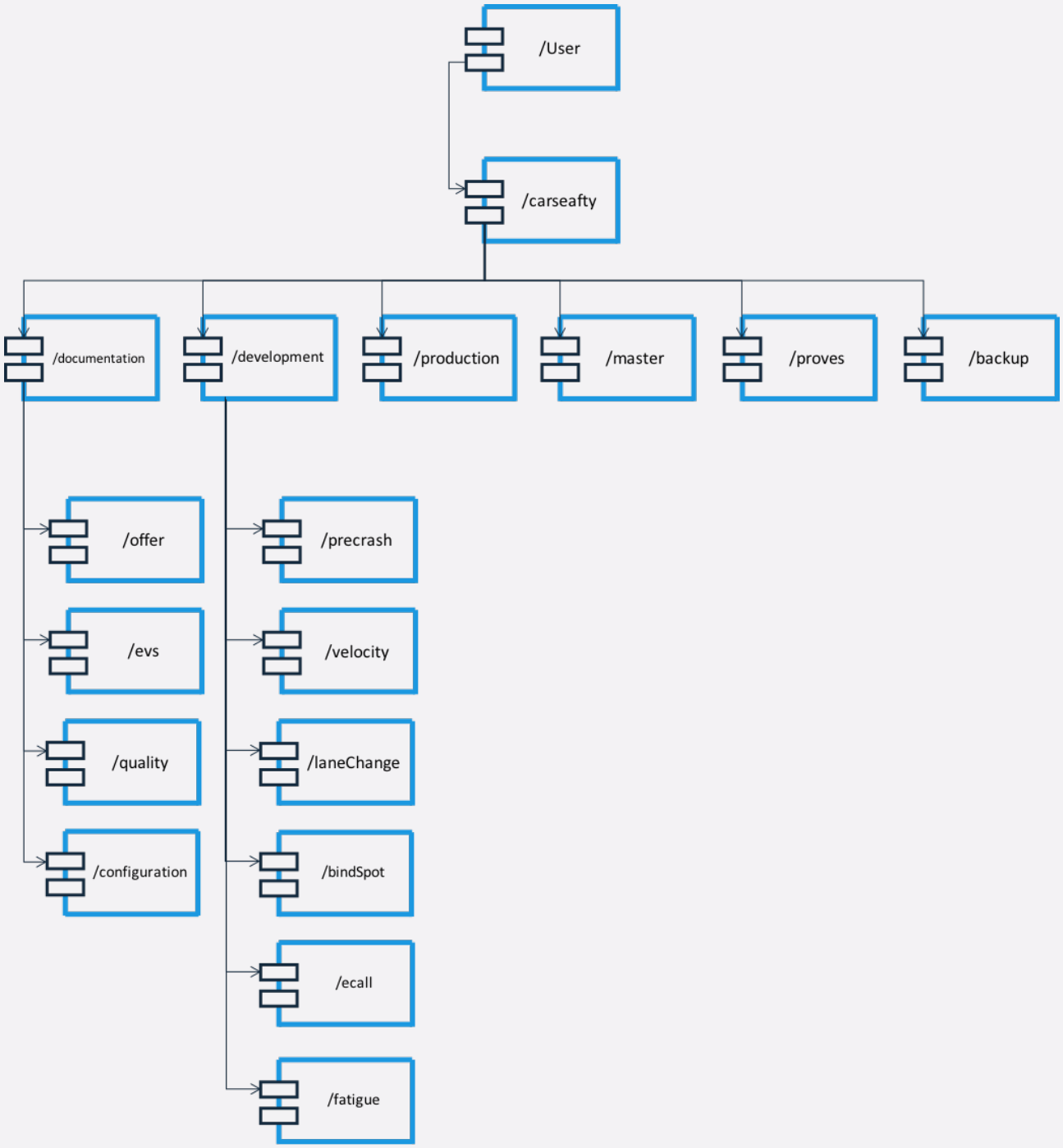


Figura 11.4: Esquema de identificación de relación entre ECs.

Capítulo 12

Casos de Uso en formato Extendido

I Formato de los Casos de Uso en formato Expandido

A diferencia del formato de los casos de uso de alto nivel de apartado I del Capítulo *Casos de Uso de Alto Nivel*, en este caso el formato de los casos de uso expandidos añadirá información adicional. Entre esta información adicional del caso de uso se incluyen, entre otras, las referencias a los requisitos que cubre el caso de uso, el propósito del caso de uso, las interacciones con el o los usuarios y las posibles alternativas de ejecución.

De este modo, en la tabla 12.1 se puede ver el ejemplo del formato que tendrán los casos de uso en formato expandido.

Así, a continuación se explican cada uno de los campos de la tabla 12.1. Nótese que los campos ya explicados en la tabla 5.1 del apartado I del Capítulo *Casos de Uso de alto nivel* no serán explicados en este punto. Por otro lado, el identificador pasará de ser CDU-XX a ser CDUE-XX, reflejando así que se trata de un caso de uso en formato expandido.

Referencias: indica los requisitos funcionales cubiertos por el caso de uso. Se corresponde con lo indicado en el apartado III del Capítulo *Diagrama Final de Casos de uso y Matriz de Trazabilidad*.

Propósito: refleja la intención o motivación con la que se elabora el caso de uso.

Interacción: indica las acciones con el usuario y las respuestas que proporciona el sistema en el caso de uso.

Alternativas: refleja las alternativas de acción del usuario o respuestas del sistema que se pueden producir.

II Actores

Como se vio en el apartado I del Capítulo *Diagrama Final de Casos de uso y Matriz de Trazabilidad*, los actores que se relacionan con el sistema son:

Identificador	
Nombre	
Actores	
Tipo	
Propósito	
Descripción	
Referencias	
Precondiciones	
Interacción	
Postcondiciones del flujo normal	
Alternativas	
Postcondiciones del flujo alternativo	

Cuadro 12.1: Formato de las tablas de los casos de uso en formato expandido.

Conductor: actor humano que conduce el vehículo con el sistema de CARSAFETY.

Objeto: cualquier elemento, cosa, persona que se encuentre en las inmediaciones del vehículo.

GPS: conexión GPS con los satélites.

Señal: señal de trafico.

Reloj: tick de reloj del sistema, representando el tiempo.

Lineas de carril: lineas de delimitación del carril.

Cabe destacar que, como veremos en el siguiente apartado, que no todos los actores entrarán en juego en todas las iteraciones. El reloj y las líneas de carril no interactuarán con ningún caso de uso definido en el primer ciclo, sino que lo harán en la segunda iteración.

III Iteraciones

Para la elaboración de los casos de uso se ha realizado un proceso iterativo que se ha cumplimentado en tres ciclos. Una primera aproximación a este proceso puede verse en el apartado III del Capítulo *Priorización*. Así, el proceso se realiza en tres iteraciones como puede verse en las tablas 6.3, 6.4 y 6.5. En la primera iteración, las funcionalidades implementadas son *Activar notificación por velocidad máxima (CDU-05)*, *Preparar vehículo para el impacto (CDU-12)*, *Activar notificación por riesgo de colisión (CDU-11)*, *Reducir velocidad (CDU-13)* y *Detener el vehículo (CDU-09)*.

En la segunda iteración, las funcionalidades implementadas son *Hacer vibrar el volante (CDU-03)*, *Corregir el volante (CDU-04)*, *No superar el límite de velocidad (CDU-06)* y *Activar notificación de descanso (CDU-08)*.

Finalmente, en la tercera iteración, las funcionalidades implementadas son *Activar notificación de punto ciego en el retrovisor (CDU-01)*, *Activar notificación sonora por punto ciego (CDU-02)*, *Desactivar notificaciones (CDU-07)* y *Llamada de emergencia (CDU-10)*.

IV Casos de Uso en formato Expandido

Tras la definición y aclaración de las iteraciones realizadas en la elaboración de los casos de uso, es el momento de especificar estos casos de uso de manera más detallada (en formato expandido) en el orden marcado por las iteraciones.

IV.1 Casos de Uso en formato Expandido de la Primera Iteración

CDUE-05

Nombre	Activar notificación por velocidad máxima
Actores	GPS, Señal
Tipo	Primario y real
Propósito	El propósito de este caso de uso es notificar al conductor cuando el vehículo supere la velocidad máxima permitida en la vía.
Descripción	El sistema indica en el panel de abordo la velocidad máxima establecida para esa vía.
Referencias	- *Reconocimiento de las señales de tráfico (RF-10)* - *Clasificación por formas y colores (RF-11)* - *Reconocimiento señales de velocidad (RF-12)* - *Determinación velocidad máxima a partir de las señales (RF-13)* - *Determinación velocidad mínima (RF-14)* - *Determinación tipo de vía (RF-15)* - *Velocidades máximas de la vía según el código de circulación(RF-16)* - *Velocidad máxima al cambiar de vía (RF-17)* - *Actualización de velocidad máxima (RF-18)* - *Priorización señales luminosas (RF-19)* - *Priorización señales de obra (RF-20)* - *Restauración de la velocidad por defecto (RF-21)*
Precondiciones	- El vehículo ha detectado cual es la velocidad máxima a la que se puede circular por la vía actual.
Interacción	**Con el Actor** - 1.- El sistema reconoce las señales de tráfico. - 2.- El sistema reconoce las señales de velocidad máxima y mínima. - 4.- El sistema utiliza la señal GPS para conocer el tipo de vía. **Con el Sistema** - 3.- El sistema establece las velocidades máxima y mínima a través de las señales. - 5.- El sistema establece las velocidades máxima y mínima en función del tipo de vía. - 6.- El sistema notifica en el panel de a bordo la velocidad máxima.
Postcondiciones del flujo normal	- Se muestra en el panel la velocidad máxima.

Continúa en la siguiente página

CDUE-05	
Alternativas	- 1.- El sistema no detecta las señales de tráfico. - 2.- El sistema utiliza la señal GPS para conocer el tipo de vía. - 3.- El sistema establece las velocidades máxima y mínima en función del tipo de vía. - 4.- El sistema notifica en el panel de a bordo la velocidad máxima.
Postcondiciones del flujo alternativo	- Se muestra en el panel la velocidad máxima.

Cuadro 12.2: Caso de uso en formato expandido 05

CDUE-12	
Nombre	Preparar vehículo para impacto
Actores	Objeto
Tipo	Primario y real
Propósito	El propósito de este caso de uso es poner en marcha todos los mecanismos convenientes en el caso de detectar una colisión inminente (reducir la velocidad, ajustar los cinturones, cerrar las ventanillas, etc.).
Descripción	El sistema reducirá la velocidad del vehículo si detecta una posible colisión.
Referencias	- *Colisión inminente (RF-38)* - *Primera medida por colisión inminente (RF-39)* - *Segunda medida por colisión inminente (RF-40)* - *Tercera medida por colisión inminente (RF-41)* - *Cuarta medida por colisión inminente (RF-42)* - *Revisión de las acciones (RF-43)*
Precondiciones	- El sistema detecta una colisión inminente (la probabilidad de evitar un obstáculo es menor del 70 %)
	Con el Actor - 1.- El sistema detecta objetos u obstáculos en la vía.

Continúa en la siguiente página

Interacción

CDUE-12

	Con el Sistema - 2.- El sistema calcula la posibilidad de colisión. - 3.- Si la posibilidad es alta, el sistema prepara el vehículo para el impacto. - 4.- El sistema disminuye la velocidad del vehículo. - 5.- El sistema ajusta los cinturones de seguridad. - 6.- El sistema fija los asientos. - 7.- El sistema baja las ventanillas.
Postcondiciones del flujo normnal	- El sistema reduce la velocidad del vehículo. - El sistema ajusta los cinturones de seguridad - El sistema fija los asientos - El sistema cierra las ventanillas - Si se evita el accidente se deshacen las acciones.
Alternativas	- 1.- El sistema no detecta objetos u obstáculos en la vía. - 2.- El sistema no toma el control del vehículo. - 2.- El sistema notifica al conductor del fallo de funcionamiento en la detección de obstáculos. - 3.- El conductor debe tomar el control del vehículo.
Postcondiciones del flujo alternativo	- Se muestra en el panel una notificación indicando el fallo en el sistema de detección de obstáculos.

Cuadro 12.3: Caso de uso en formato expandido 12

CDUE-11

Nombre	Activar notificación por riesgo de colisión
Actores	Objeto
Tipo	Primario y real
Propósito	El propósito de este caso de uso es notificar al conductor del vehículo cuando existe un elevado riesgo de sufrir una colisión.
Descripción	El sistema activará una notificación por riesgo de colisión cuando existe una posibilidad del 50 % de que se colisione con otro objeto.
Referencias	- *Detección de obstáculos (RF-34)* - *Análisis del riesgo de una colisión (RF-35)* - *Generación de la notificación por colisión (RF-36)*

Continúa en la siguiente página

CDUE-11	
Precondiciones	- El sistema detecta una colisión con una probabilidad del 50 %
Interacción	**Con el Actor** - 1.- El sistema detecta objetos u obstáculos en la vía. **Con el Sistema** - 2.- El sistema calcula la posibilidad de colisión. - 3.- Si la posibilidad es alta, el sistema genera la notificación por riesgo de colisión.
Postcondiciones del fliujo normal	- El sistema emite una notificación.
Alternativas	- 1.- El sistema no detecta objetos u obstáculos en la vía. - 2.- El sistema emite una notificación por el fallo en la detección de obstáculos. - 3.- El sistema no toma el control del vehículo. - 4.- El conductor no recibe la notificación por riesgo de colisión.
Postcondiciones del flujo alternativo	- Se muestra en el panel una notificación indicando el fallo en el sistema de detección de obstáculos.

Cuadro 12.4: Caso de uso en formato expandido 11

CDUE-13	
Nombre	Reducir velocidad
Actores	Objeto
Tipo	Primario y real
Propósito	El propósito de este caso de uso es reducir la velocidad del vehículo CARSEAFTY en el que está instalado el sistema en caso de detectar una posible colisión.
Descripción	El sistema reducirá la velocidad del vehículo si detecta una posible colisión.
Referencias	- *Colisión inminente (RF-38)*
Precondiciones	- El sistema detecta una colisión inminente (la probabilidad de evitar un obstáculo es menor del 70 %)
Interacción	**Con el Actor** - 1.- El sistema detecta un objeto u obstáculo en la vía.

Continúa en la siguiente página

CDUE-13	
	Con el Sistema - 2.- El sistema calcula que la velocidad de colisión es superior al 70 %. - 3.- El sistema reduce la velocidad del vehículo.
Postcondiciones del flujo normal	- El sistema reduce la velocidad del vehículo.
Alternativas	- 1.- El sistema no detecta objetos u obstáculos en la vía. - 2.- El sistema emite una notificación por el fallo en la detección de obstáculos. - 3.- El sistema no toma el control del vehículo. - 4.- El sistema no reduce la velocidad.
Postcondiciones del flujo alternativo	- Se muestra en el panel una notificación indicando el fallo en el sistema de detección de obstáculos.

Cuadro 12.5: Caso de uso en formato extendido 13

CDUE-09	
Nombre	Detener el vehículo
Actores	Objeto, Conductor
Tipo	Primario y real
Propósito	El propósito de este caso de uso detener el vehículo CARSEAFTY en el que está instalado el sistema en caso de detectar una colisión inminente, si el conductor ha perdido la atención o si hay una posible colisión y el conductor pisa el freno.
Descripción	El sistema detendrá el vehículo si el conductor ha perdido la atención o si se detecta una posible colisión y el conductor pisa el freno.
Referencias	- *Detención del vehículo por conductor dormido (RF-28)* - *Ayuda en el frenado (RF-37)*
Precondiciones	- El conductor no recupera la atención tras más de tres segundos de emisión de señales acústicas. - Se ha recibido una notificación por colisión y el conductor ha pisado el freno.
	Con el Actor - 2.- El sistema detecta la utilización del freno por parte del conductor.

Continúa en la siguiente página

Interacción

CDUE-09	
	Con el Sistema - 1.- El sistema detecta una notificación por riesgo de colisión. - 3.- El sistema reduce la velocidad del vehículo hasta detenerlo.
Postcondiciones del flujo normal	- El sistema detiene el vehículo.
Alternativas	- 1.- El sistema no detecta la frenada del conductor. - 1.- El sistema notifica el fallo con en la comunicación con el freno. - 2.- El sistema no ayuda a la frenada. - 3.- El conductor debe realizar la frenada él solo.
Postcondiciones del flujo alternativo	- Se muestra en el panel una notificación indicando el fallo en la comunicación con el freno.

Cuadro 12.6: Caso de uso en formato expandido 09

IV.2 Casos de Uso en formato Expandido de la Segunda Iteración

CDUE-03	
Nombre	Hacer vibrar el volante
Actores	Líneas de carril
Tipo	Primario y esencial
Propósito	El propósito de este caso de uso es hacer vibrar el volante del vehículo donde está instalado el sistema cuando el sistema detecte que hay una desviación entre la trayectoria del vehículo y la del carril superior al 10 %.
Descripción	Cuando el vehículo detecte que existe una desviación superior al 10 % entre la trayectoria del carril y la que va a seguir el vehículo (en función de la velocidad y el ángulo del volante), hará vibrar el volante para avisar al conductor.
Referencias	- *Trayectoria del carril (RF-05)* - *Trayectoria del vehículo (RF-06)* - *Vibración del volante por diferencia de trayectorias (RF-07)* - *Excepción de aviso de cambio de carril por activación del intermitente (RF-08)* - *Corrección de la dirección (RF-09)*

Continúa en la siguiente página

CDUE-03	
Precondiciones	- Existe una desviación superior al 10 % entre la trayectoria del carril y la que va a seguir el vehículo.
Interacción	**Con el Actor** - 1.- El sistema detecta el carril por el que circula el vehículo mediante las líneas de carril. **Con el Sistema** - 2.- El sistema detecta la trayectoria del vehículo en función de la velocidad del mismo y el ángulo del volante. - 3.- El sistema comprueba si ambas trayectorias coinciden o no. - 4.- Si ambas trayectorias no coinciden, el sistema hace vibrar el volante para advertir al conductor.
Postcondiciones del flujo normal	- El sistema hará vibrar el volante.
Alternativas	- 1.- El sistema no detecta las líneas de carril. - 2.- El sistema notifica en fallo en el detector de líneas de carril. - 3.- El sistema no calcula la trayectoria de la vía. - 4.- La funcionalidad de detección de la trayectoria y salida del carril es desactivada.
Postcondiciones del flujo alternativo	- Se muestra en el panel una notificación indicando el fallo en el sistema de detección de trayectorias

Cuadro 12.7: Caso de uso en formato expandido 03

CDUE-04	
Nombre	Corregir el volante
Actores	Líneas de carril
Tipo	Primario y real
Propósito	El propósito de este caso de uso es hacer girar 5º el volante del vehículo donde está instalado el sistema cuando el sistema detecte que hay una desviación entre la trayectoria del vehículo y la del carril.
Descripción	El sistema gira el volante si detecta una desviación de la trayectoria del vehículo.

Continúa en la siguiente página

CDUE-04	
Referencias	- *Trayectoria del carril (RF-05)* - *Trayectoria del vehículo (RF-06)* - *Excepción de aviso de cambio de carril por activación del intermitente (RF-08)* - *Corrección de la dirección (RF-09)*
Precondiciones	- El vehículo ha detectado una desviación de la trayectoria mayor del 15 % con respecto a la trayectoria calculada.
Interacción	**Con el Actor** - 1.- El sistema detecta el carril por el que circula el vehículo mediante las líneas de carril. **Con el Sistema** - 2.- El sistema detecta la trayectoria del vehículo en función de la velocidad del mismo y el ángulo del volante. - 3.- El sistema comprueba si ambas trayectorias coinciden o no. - 4.- Si ambas trayectorias difieren más de un 15 %, el sistema corrige el volante un máximo de 5º.
Postcondiciones	- Se corrige la dirección del vehículo mediante un giro del volante de un máximo de 5 grados.
Alternativas	- 1.- El sistema no detecta las líneas de carril. - 2.- El sistema no calcula la trayectoria de la vía. - 3.- La funcionalidad de detección de la trayectoria y salida del carril es desactivada. - 3.- El sistema notifica el fallo en el sistema.
Postcondiciones del flujo alternativo	- Se muestra en el panel una notificación indicando el fallo en el sistema de cambio de carril y se desactiva la funcionalidad.

Cuadro 12.8: Caso de uso en formato expandido 04

CDUE-06	
Nombre	No superar el límite de velocidad
Actores	Reloj
Tipo	Primario y esencial

Continúa en la siguiente página

CDUE-06

Propósito	El propósito de este caso de uso es evitar que el vehículo donde está instalado el sistema supero el límete máximo de velocidad de la vía cuando el la funcionalidad de no superar el límite de velocidad esté activado.
Descripción	Cuando la funcionalidad de no superar el límite de velocidad esté activada, el sistema dejará de acelerar cuando se alcance la velocidad máxima indicada por las señales de la vía o por el GPS.
Referencias	- *Reconocimiento de las señales de tráfico (RF-10)* - *Clasificación por formas y colores (RF-11)* - *Reconocimiento señales de velocidad (RF-12)* - *Determinación velocidad máxima a partir de las señales (RF-13)* - *Determinación velocidad mínima (RF-14)* - *Determinación tipo de vía (RF-15)* - *Velocidades máximas de la vía según el código de circulación(RF-16)* - *Velocidad máxima al cambiar de vía (RF-17)* - *Actualización de velocidad máxima (RF-18)* - *Priorización señales luminosas (RF-19)* - *Priorización señales de obra (RF-20)* - *Restauración de la velocidad por defecto (RF-21)* - *Configuración límite de velocidad (RF-22)*
Precondiciones	- El sistema tomará la velocidad máxima indicada por la señal o por el GPS.
Interacción	**Con el Actor** - 1.- El sistema reconoce las señales de tráfico. - 2.- El sistema reconocer las señales de velocidad máxima y mínima. - 4.- El sistema utiliza la señal GPS para conocer el tipo de vía. **Con el Sistema** - 3.- El sistema establece las velocidades máxima y mínima a través de las señales. - 5.- El sistema establece las velocidades máxima y mínima en función del tipo de vía. - 6.- Si la velocidad del vehículo es superior a la velocidad establecida, y el usuario ha configurado que el vehículo no supere nunca la velocidad máxima, el sistema evita que el conductor aumente la velocidad.
Postcondiciones del flujo normal	- El sistema hará que cuando el vehículo alcance la velocidad determinada por las señales y el gps, este, no acelere.

Continúa en la siguiente página

CDUE-06

Alternativas	- 1.- El sistema no detecta las señales de tráfico. - 2.- El sistema utiliza la señal GPS para conocer el tipo de vía. - 3.- El sistema establece las velocidades máxima y mínima en función del tipo de vía. - 4.- Si la velocidad del vehículo es superior a la velocidad establecida, y el usuario ha configurado que el vehículo no supere nunca la velocidad máxima, el sistema evita que el conductor aumente la velocidad.
Postcondiciones del flujo alternativo	- El sistema hará que cuando el vehículo alcance la velocidad determinada por las señales y el gps, este, no acelere.

Cuadro 12.9: Caso de uso en formato expandido 06

CDUE-08

Nombre	Activar notificación de descanso
Actores	Conductor
Tipo	Primario y esencial
Propósito	El propósito de este caso de uso es detectar si el conductor ha perdido la atención o necesita descansar y notificarle dicha situación mediante una señal sonora.
Descripción	Cuando el vehículo aplique el algoritmo para detectar la posición de los párpados del conductor y mida la presión que hace este sobre el volante, y estos valores indiquen que el conductor está distraído, a punto de dormirse, o dormido, se activará una señal sonora durante 3 segundos.
Referencias	- *Detección conductor dormido (RF-25)* - *Análisis del comportamiento (RF-26)* - *Recomendación de descanso (RF-27)* - *Detención del vehículo por conductor dormido (RF-28)*
Precondiciones	- La presión con el volante no es la suficiente. - La posición de los párpados indican que el conductor está cansado o dormido.
Interacción	**Con el Actor** - 1.- El sistema detecta que el conductor se ha quedado dormido.

Continúa en la siguiente página

CDUE-08	
	Con el Sistema - 2.- El sistema activará una señal sonora para despertar al conductor. - 3.- El sistema recomendará al conductor que pare el vehículo y descanse.
Postcondiciones del flujo normal	- Se activará la notificación sonora durante 3 segundos para avisar al conductor.
Alternativas	- 1.- El sistema no detecta que el conductor ha perdido la atención o se ha dormido. - 2.- El sistema detecta un fallo en el sensor de fatiga. - 2.- El sistema notifica el fallo detectado.
Postcondiciones del flujo alternativo	- Se muestra en el panel una notificación indicando el fallo en el sensor de fatiga.

Cuadro 12.10: Caso de uso en formato expandido 08

IV.3 Casos de Uso en formato Expandido de la Tercera Iteración

CDUE-01	
Nombre	Activar notificación de punto ciego en el retrovisor
Actores	Objeto
Tipo	Primario y real
Propósito	El propósito de este caso de uso es notificar al conductor cuando haya un objeto en el punto ciego encendido una notificación luminosa en el espejo retrovisor del lado donde se encuentre el objeto.
Descripción	Cuando haya un objeto en el punto ciego, se activará una notificación luminosa en el retrovisor que se encuentre en el mismo lado del vehículo que el objeto.
Referencias	- *Detección punto ciego (RF-01)* - *Notificar coche en punto ciego (RF-02)* - *Notificación en el retrovisor (RF-03)*
Precondiciones	- Objeto situado en el punto ciego.
Interacción	**Con el Actor** - 1.- El sistema detecta un objeto en la parte lateral trasera del vehículo (punto ciego).

Continúa en la siguiente página

CDUE-01	
	Con el Sistema - 2.- El sistema notifica al conductor de la existencia de un objeto en el punto ciego.
Postcondiciones del flujo normal	- Se encenderá una notificación luminosa en el retrovisor del lado del vehículo en el que se encuentre el objeto.
Alternativas	- 1.- El sistema no detecta el objeto en el punto muerto. - 2.- El sistema notifica el fallo en el sensor de punto ciego.
Postcondiciones del flujo alternativo	- Se muestra en el panel una notificación indicando el fallo en el sistema de detección del punto ciego.

Cuadro 12.11: Caso de uso en formato expandido 01

CDUE-02	
Nombre	Activar notificación sonora por punto ciego
Actores	Conductor
Tipo	Primario y esencial
Propósito	El propósito de este caso de uso es notificar al conductor mediante una señal sonora cuando quiera cambiar de carril (tenga el intermitente encendido) y exista un objeto en el punto ciego del lado hacia donde pretende desplazarse.
Descripción	Cuando el sistema detecte que hay un objeto en el punto ciego del vehículo, y el conductor tenga el intermitente activado, se activará una notificación sonora.
Referencias	- *Detección punto ciego (RF-01)* - *Notificar coche en punto ciego (RF-02)* - *Generación de notificación sonora (RF-04)*
Precondiciones	- El intermitente tiene que estar activo. - Hay un vehículo en el punto ciego del vehículo
Interacción	**Con el Actor** - 1.- El sistema detecta un objeto en la parte lateral trasera del vehículo (punto ciego). - 3.- El sistema detecta que el conductor ha encendido el intermitente del mismo lado en el que se encuentra el objeto.

Continúa en la siguiente página

CDUE-02	
	Con el Sistema - 2.- El sistema notifica al conductor de la existencia de un objeto en el punto ciego. - 4.- El sistema avisa al conductor mediante una señal sonora-.
Postcondiciones del flujo normal	- Se encenderá una notificación luminosa en el retrovisor del lado del vehículo en el que se encuentre el objeto.
Alternativas	- 1.- El sistema no detecta el objeto en el punto muerto. - 2.- El sistema notifica el fallo en el sensor de punto ciego.
Postcondiciones del flujo alternativo	- Se muestra en el panel una notificación indicando el fallo en el sistema de detección del punto ciego.

Cuadro 12.12: Caso de uso en formato expandido 02

CDUE-07	
Nombre	Desactivar notificaciones
Actores	Conductor
Tipo	Primario y esencial
Propósito	El propósito de este caso de uso es permitir al conductor activar o desactivar las alertas por exceso de velocidad.
Descripción	El usuario puede desactivar las notificaciones de alerta de velocidad en caso de que lo desee.
Referencias	- *Descativación alerta por exceso de velocidad (RF-23)* - *Reactivación alerta por exceso de velocidad (RF-24)*
Precondiciones	- El sistema debe estar activado.
Interacción	**Con el Actor** - 1.- El conductor desactiva las notificaciones o alertas por exceso de velocidad. **Con el Sistema** - 2.- Al reiniciar el sistema, las notificaciones o alertas por exceso de velocidad vuelven a estar activas.
Postcondiciones del flujo normal	- Se avisará al conductor de que el sistema ha sido desactivado

Continúa en la siguiente página

CDUE-07	
Alternativas	- 1.- El sistema no detecta que el que el usuario ha desactivado las notificaciones. - 2.- El sistema no cumple su funcionalidad y las alertas siguen activadas.
Postcondiciones del flujo alternativo	- Las notificaciones siguen activadas.

Cuadro 12.13: Caso de uso en formato expandido 07

CDUE-10	
Nombre	Llamada de emergencia
Actores	Reloj
Tipo	Primario y esencial
Propósito	El propósito de este caso de uso es realizar una llamada al centro de emergencia correspondiente en caso de que sea necesario (accidente o situación de emergencia).
Descripción	En caso de accidente el sistema enviará una notificación al centro de emergencias. Esta notificación tendrá el formato estándar europeo. El conducto podrá cancelar la llamada de emergencia si se encuentra consciente y considera que no es necesario.
Referencias	- *Detección de colisión (RF-29)* - *Mensaje de emergencia (RF-30)* - *Detección del número de ocupantes (RF-31)* - *Formato del mensaje (RF-32)* - *Activación de las luces de emergencia (RF-33)*
Precondiciones	- Que se produzca un accidente
Interacción	**Con el Actor** - 1.- El sistema detecta que el vehículo se ha visto involucrado en un accidente o colisión. **Con el Sistema** - 2.- El sistema notifica al centro de emergencia el número de ocupantes, la localización GPS y la velocidad a la que se hay producido el accidente.
Postcondiciones del flujo normal	

Continúa en la siguiente página

CDUE-10	
Alternativas	- 1.- El sistema detecta que el vehículo se ha visto involucrado en un accidente o colisión. - 2.- El sistema no es capaz de realizar una llamada de emergencia. - 2.- El sistema notifica el fallo en el sistema de llamada de emergencia.
Postcondiciones del flujo alternativo	- Se muestra en el panel una notificación indicando el fallo en el sistema de llamada de emergencia.

Cuadro 12.14: Caso de uso en formato expandido 10

Capítulo 13

Modelo Conceptual

I
Modelo de Clases

En este documento se presenta el diagrama de clases generado sobre el sistema de seguridad al volante que está siendo desarrollado para CARSAFETY. El diagrama, representado con notación UML (Unified Modeling Language), muestra la estructura del sistema, especificando sus diferentes clases, atributos y métodos.

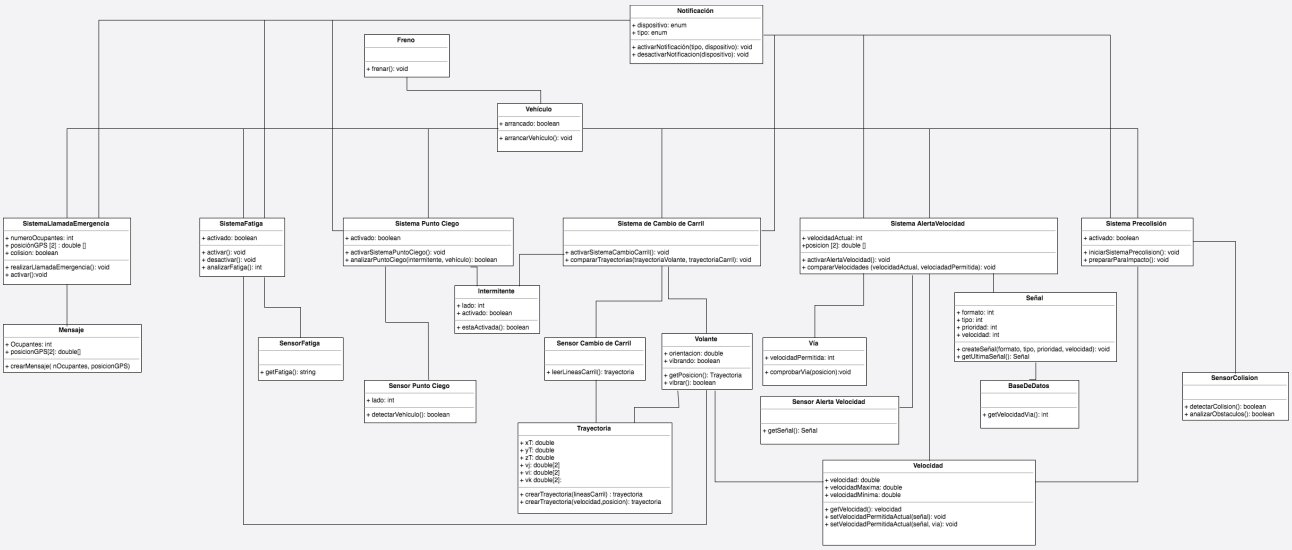


Figura 13.1: Modelo de Clases

Debido a la extensión del diagrama, hemos procedido a subsividirlo en función de los subsistemas involucrados. Todos los subsistemas se relacionan con las clases Vehículo 13.2 y Notificación 13.23.

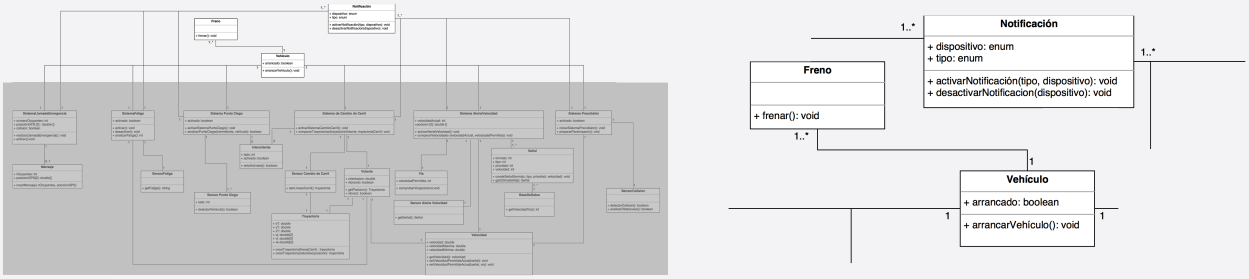


Figura 13.2: Clases Vehiculo, Notificación

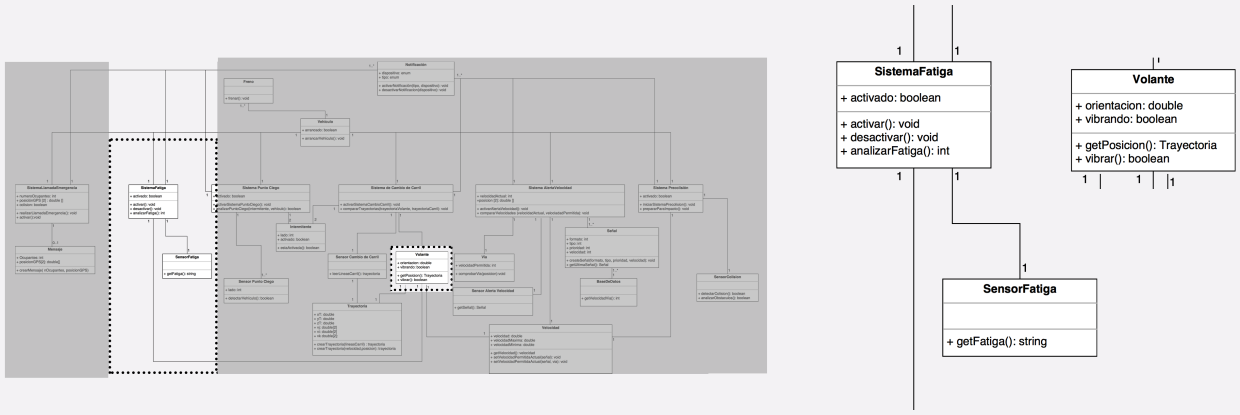


Figura 13.3: Clases pertenecientes al subsistema SistemaFatiga

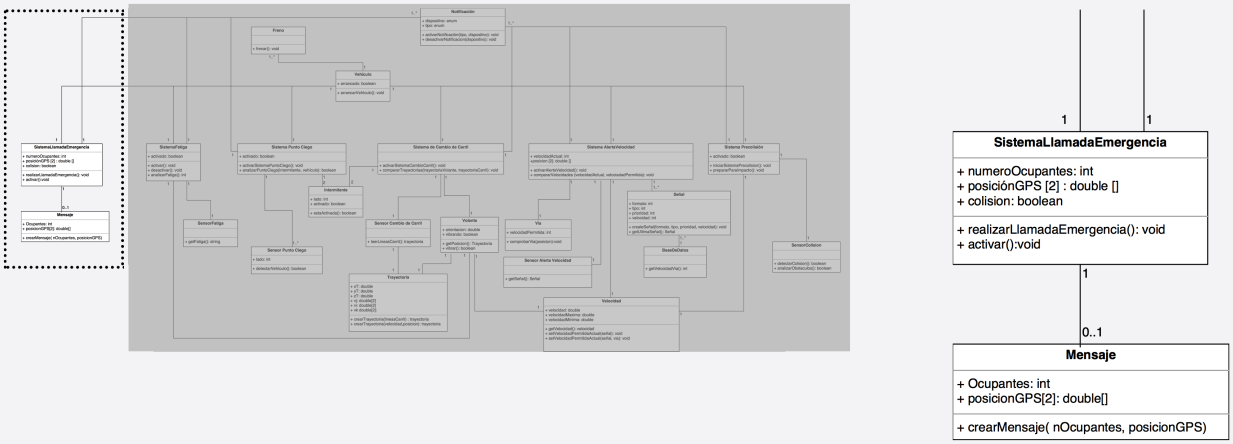


Figura 13.4: Clases pertenecientes al subsistema SistemaLlamadaEmergencia

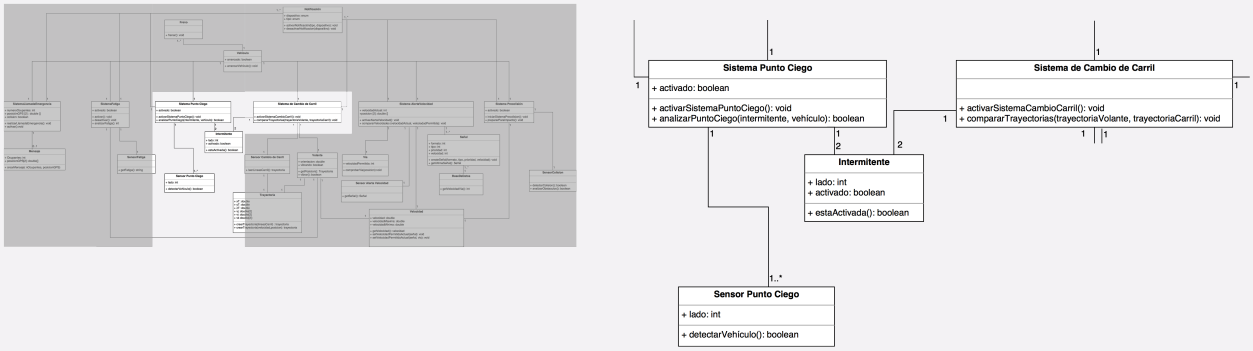


Figura 13.5: Clases pertenecientes al subsistema SistemaPuntoCiego

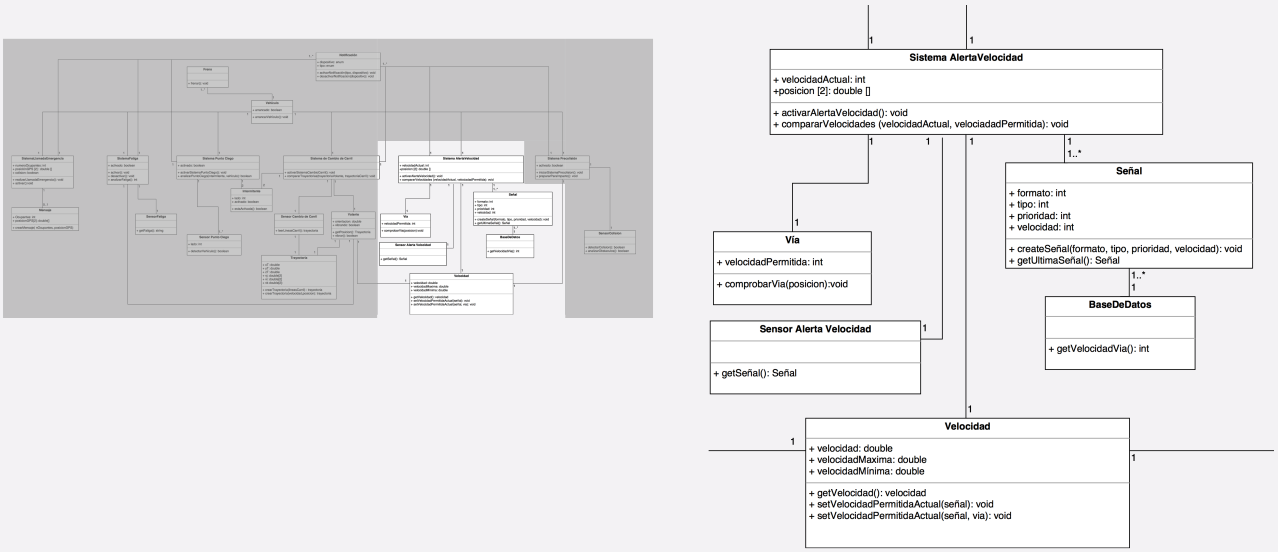


Figura 13.6: Clases pertenecientes al subsistema SistemaVelocidad

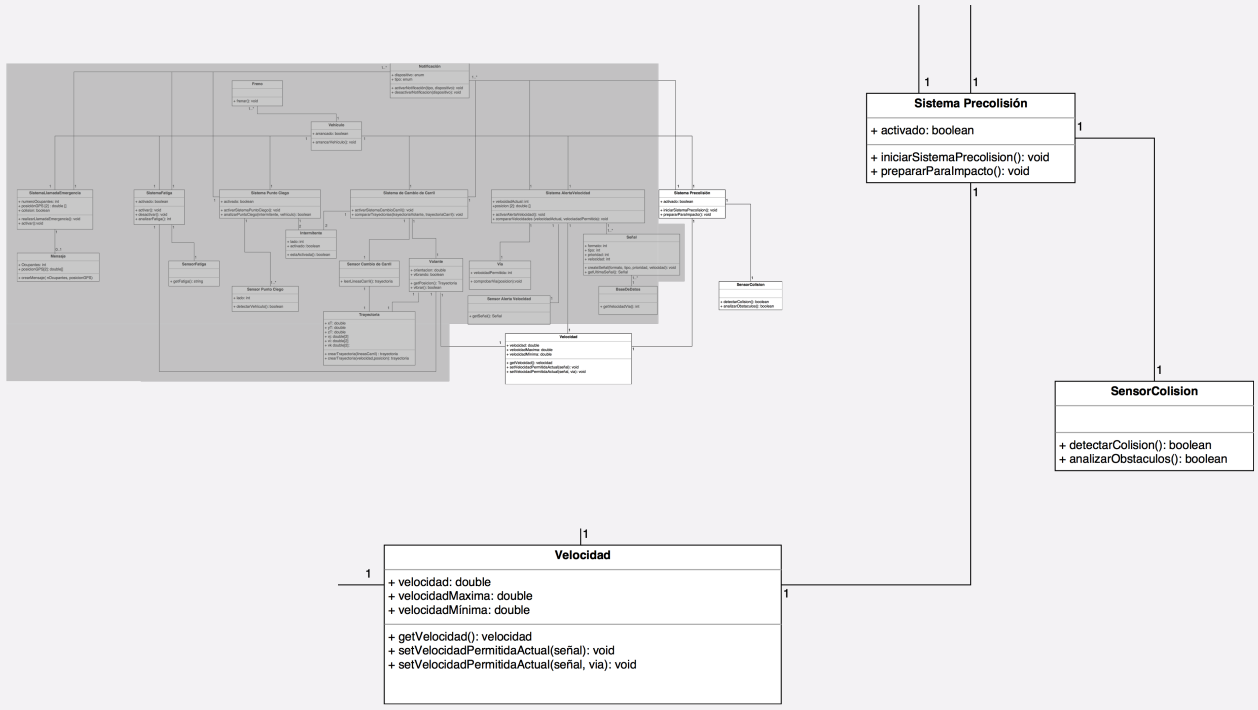


Figura 13.7: Clases pertenecientes al subsistema SistemaPrecolision

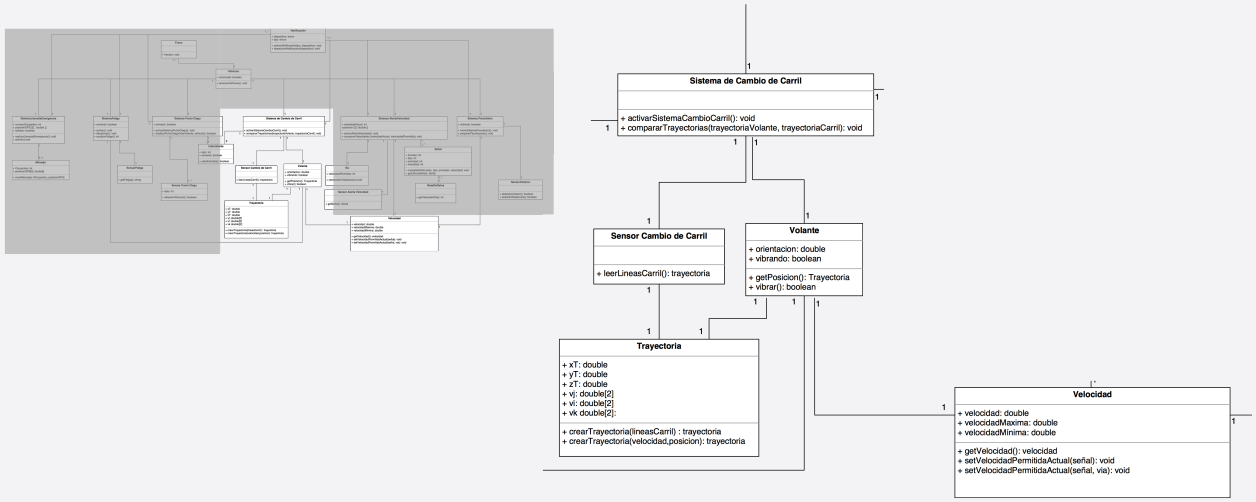


Figura 13.8: Clases pertenecientes al subsistema SistemaCambioCarril

A continuación, se procede a explicar la funcionalidad de cada una de las clases representadas en el diagrama, junto con sus atributos y métodos asociados. Para ello se utilizará una tabla como la que se presenta a continuación:

Nombre de la clase
Responsabilidad
Atributos
Relaciones
Métodos

Cuadro 13.1: Formato de las tablas de las clases del modelo conceptual.

La explicación de cada uno de los campos analizados por la tabla 13.1 es el siguiente:

- **Nombre de la clase**: nombre escogido que identifica inequivocamente la clase referenciada.
- **Responsabilidad**: descripción detallada de las acciones y responsabilidades que recaen sobre la clase.
- **Atributos**: enumeración de todos los atributos contenidos en la clase y que son necesarios para llevar a cabo las responsabilidades asociadas a la misma.
- **Relaciones**: relaciones con otras clases, ya sea de composición, agregación, asociación, etc.
- **Métodos**: métodos que se encuentran en la clase y que son necesarios para llevar a cabo las responsabilidades asociadas a la misma.

Vehículo	
Responsabilidad	Encargada de arrancar todos los subsistemas de control y de gestionar la frenada del vehículo en caso de emergencia
Atributos	▪ arrancado: boolean
Relaciones	Tiene una relación de composición con las siguientes clases: ▪ SistemaPuntoCiego 13.3 ▪ SistemaCambioCarril 13.6 ▪ SistemaFatiga 13.18 ▪ SistemaLlamadaEmergencia 13.20 ▪ SistemaPreColisión 13.16 ▪ SistemaAlertaVelocidad 13.10 ▪ Freno 13.22
Métodos	▪ arrancarVehiculo(): void

Cuadro 13.2: Clase Vehículo

SistemaPuntoCiego	
Responsabilidad	Sistema encargado de procesar los datos recibidos por los diversos sensores que lo componen así como de decidir cuando se debe activar algún tipo de notificación para hacer saber al conductor que hay un objeto en el punto ciego del vehículo
Atributos	▪ activado: boolean
Relaciones	Tiene una relación de composición con las siguientes clases: ▪ SensorPuntoCiego 13.4 ▪ Vehículo 13.2 Tiene una relación de agregación con las siguientes clases: ▪ Intermitente 13.5 Tiene una relación de asociación con las siguientes clases: ▪ Notificación 13.23
Métodos	▪ activar(): void ▪ desactivar(): void ▪ analizarPuntoCiego(intermitente, vehiculo): boolean

Cuadro 13.3: Clase SistemaPuntoCiego

SensorPuntoCiego	
Responsabilidad	Conjunto de sensores que detectan cuándo un objeto se encuentra situado en la zona del punto ciego del vehículo
Atributos	▪ lado: int
Relaciones	Tiene una relación de composición con las siguientes clases: ▪ SistemaPuntoCiego 13.3
Métodos	▪ detectarVehiculo(): boolean

Cuadro 13.4: Clase SensorPuntoCiego

Intermitente	
Responsabilidad	Conjunto de intermitentes fisicos del vehiculo
Atributos	▪ lado: int ▪ activado: boolean
Relaciones	Tiene una relación de agregación con las siguientes clases: ▪ SistemaPuntoCiego 13.3 ▪ SistemaCambioCarril 13.6
Métodos	▪ estaActivada(): boolean

Cuadro 13.5: Clase Intermitente

SistemaCambioCarril	
Responsabilidad	Sistema encargado de procesar los datos recibidos por los diversos sensores que lo componen para poder calcular la desviación respecto al carril que va a seguir el vehículo, así como hacer vibrar o mover el volante para permanecer en el carril por el se circula y decidir cuando se debe activar algún tipo de notificación para hacer saber al conductor del vehículo que se está saliendo del carril.
Atributos	No contiene atributos
Relaciones	Tiene una relación de composición con las siguientes clases: ▪ Vehículo 13.2 ▪ SensorCambioCarril 13.7 Tiene una relación de agregación con las siguientes clases: ▪ Volante 13.9 ▪ Intermitente 13.5 Tiene una relación de asociación con las siguientes clases: ▪ Notificación 13.23
Métodos	▪ activar(): void ▪ desactivar(): void ▪ compararTrayectorias(trayectoriaVolante, trayectoriaCarril): void

Cuadro 13.6: Clase SistemaCambioCarril

SensorCambioCarril	
Responsabilidad	Conjunto de sensores que detectan la trayectoria del carril por el que se encuentra circulando el vehículo.
Atributos	No contiene atributos
Relaciones	Tiene una relación de composición con las siguientes clases: ▪ SistemaCambioCarril 13.6 Tiene una relación de agregación con las siguientes clases: ▪ Trayectoria 13.8
Métodos	▪ leerLineasCarril(): trayectoria

Cuadro 13.7: Clase SensorCambioCarril

Trayectoria	
Responsabilidad	Trayectoria detectada
Atributos	▪ xT: double ▪ yT: double ▪ zT: double ▪ vi: double[2] ▪ vj: double[2] ▪ vk: double[2]
Relaciones	Tiene una relación de agregación con las siguientes clases: ▪ SensorCambioCarril 13.7 ▪ Volante 13.9
Métodos	▪ generarTrayectoria(lineasCarril): trayectoria ▪ generarTrayectoria(velocidad, posicion): trayectoria

Cuadro 13.8: Clase Trayectoria

Volante	
Responsabilidad	Clase que recopila información sobre la posición del volante y con la capacidad de hacer vibrar al mismo.
Atributos	▪ orientacion: double ▪ vibrando: boolean
Relaciones	Tiene una relación de composición con las siguientes clases: ▪ SistemaCambioCarril 13.6 Tiene una relación de agregación con las siguientes clases: ▪ Velocidad 13.15 ▪ Trayectoria 13.8 Tiene una relación de asociación con las siguientes clases: ▪ SistemaFatiga 13.18
Métodos	▪ getPosicion(): trayectoria ▪ vibrar(): boolean

Cuadro 13.9: Clase Volante

SistemaAlertaVelocidad	
Responsabilidad	Sistema encargado de gestionar la velocidad máxima para la vía por la que el vehículo se encuentra circulando, en todo momento.
Atributos	▪ velocidadActual: int ▪ posicion[2]: double []
Relaciones	Tiene una relación de composición con las siguientes clases: ▪ SensorAlertaVelocidad 13.13 ▪ Vía 13.11 ▪ Vehículo 13.2 Tiene una relación de agregación con las siguientes clases: ▪ Señal 13.14 ▪ Velocidad 13.15 Tiene una relación de asociación con las siguientes clases: ▪ Notificación 13.23
Métodos	▪ activar(): void ▪ desactivar(): void ▪ compararVelocidades(velocidadActual, velocidadPermitida): void

Cuadro 13.10: Clase SistemaAlertaVelocidad

Vía	
Responsabilidad	Clase que debe comprobar en qué tipo de vía se encuentra el vehículo y determinar de esta forma la velocidad máxima permitida.
Atributos	▪ velocidadPermitida: int
Relaciones	Tiene una relación de composición con las siguientes clases: ▪ SistemaAlertaVelocidad 13.10 ▪ BaseDeDatos 13.12
Métodos	▪ comprobarVia(posición): void

Cuadro 13.11: Clase Vía

BaseDeDatos	
Responsabilidad	Clase encargada de almacenar toda la información referente a los tipos de vía existentes y las velocidades máximas a las que está permitido circular en las mismas.
Atributos	Esta clase no tiene atributos
Relaciones	Tiene una relación de composición con las siguientes clases: ▪ Vía 13.11
Métodos	▪ getVelocidadVia(): int

Cuadro 13.12: Clase BaseDeDatos

SensorAlertaVelocidad	
Responsabilidad	Clase encargada de detectar las señales de trafico.
Atributos	Esta clase no tiene atributos
Relaciones	Tiene una relación de composición con las siguientes clases: ▪ SistemaAlertaVelocidad 13.10 Tiene una relación de agregación con las siguientes clases: ▪ Señal 13.14
Métodos	▪ getSeñal(): señal

Cuadro 13.13: Clase SensorAlertaVelocidad

Señal	
Responsabilidad	Clase que crea y almacena la informacion obtenida por una lectura de una señal de tráfico.
Atributos	▪ formato: int ▪ tipo: int ▪ prioridad: int ▪ velocidad: int
Relaciones	Tiene una relación de agregación con las siguientes clases: ▪ SensorAlertaVelocidad 13.13 ▪ SistemaAlertaVelocidad 13.10
Métodos	▪ createSeñal(formato, tipo, prioridad, velocidad): void ▪ getUltimaSeñal(): señal

Cuadro 13.14: Clase Señal

Velocidad	
Responsabilidad	Clase encargada de obtener la velocidad a la que circula el vehículo y de fijar la velocidad máxima a la que se puede circular en función de una señal o del tipo de vía en la que se encuentre circulando el vehículo.
Atributos	▪ velocidad: double ▪ velocidadMáxima: double ▪ velocidadMínima: double
Relaciones	Tiene una relación de agregación con las siguientes clases: ▪ Volante 13.9 ▪ SistemaAlertaVelocidad 13.10 ▪ SistemaPreColisión 13.16
Métodos	▪ getVelocidad(): velocidad ▪ setVelocidadPermitidaActual(señal): void ▪ setVelocidadPermitidaActual(señal, via): void

Cuadro 13.15: Clase Velocidad

SistemaPreColisión	
Responsabilidad	Sistema encargado de detectar cuando el vehículo se encuentra en riesgo de sufrir una colisión, solicitar la activación de una notificación y preparar el vehículo para el impacto.
Atributos	▪ activado: boolean
Relaciones	Tiene una relación de composición con las siguientes clases: ▪ Vehículo 13.2 ▪ SensorColisión 13.17 Tiene una relación de agregación con las siguientes clases: ▪ Velocidad 13.15 Tiene una relación de asociación con las siguientes clases: ▪ Notificación 13.23
Métodos	▪ activar(): void ▪ desactivar(): void ▪ prepararParaImpacto(): void

Cuadro 13.16: Clase SistemaPreColisión

SensorColisión	
Responsabilidad	Conjunto de sensores que deben detectar cuando hay un objeto en la trayectoria del vehículo que sea susceptible de generar una colisión
Atributos	Esta clase no contiene atributos
Relaciones	Tiene una relación de composición con las siguientes clases: ▪ SistemaPreColisión 13.16
Métodos	▪ detectarColisión(): void ▪ analizarObstaculos(): void

Cuadro 13.17: Clase SensorColisión

SistemaFatiga	
Responsabilidad	Sistema encargado de analizar la situación física en la que se encuentra el conductor del vehículo. Deberá analizar la posición de los parpados la presión ejercida sobre el volante, tomando las acciones oportunas en caso de emergencia.
Atributos	▪ activado: boolean
Relaciones	Tiene una relación de composición con las siguientes clases: ▪ Vehículo 13.2 ▪ SensorFatiga 13.19 Tiene una relación de agregación con las siguientes clases: ▪ Volante 13.9 Tiene una relación de asociación con las siguientes clases: ▪ Notificación 13.23
Métodos	▪ activar(): void ▪ desactivar(): void ▪ analizarFatiga(): void

Cuadro 13.18: Clase SistemaFatiga

SensorFatiga	
Responsabilidad	Conjunto de sensores que deben detectar cuando el conductor del vehículo se está quedando o dormido o ha perdido la concentración en la carretera.
Atributos	Esta clase no contiene atributos
Relaciones	Tiene una relación de composición con las siguientes clases: ▪ SistemaPreColisión 13.18
Métodos	▪ getFatiga(): string

Cuadro 13.19: Clase SensorFatiga

SistemaLlamadaEmergencia	
Responsabilidad	Sistema encargado de realizar una llamada de emergencia cuando ha ocurrido un accidente.
Atributos	▪ numeroOcupantes: int ▪ posicionGPS[2]: double[] ▪ colision: boolean
Relaciones	Tiene una relación de composición con las siguientes clases: ▪ Vehículo 13.2 ▪ Mensaje 13.21 Tiene una relación de agregación con las siguientes clases: ▪ Volante 13.9 Tiene una relación de asociación con las siguientes clases: ▪ Notificación 13.23
Métodos	▪ activar(): void ▪ desactivar(): void ▪ enviarMensaje(): void

Cuadro 13.20: Clase SistemaLlamadaEmergencia

Mensaje	
Responsabilidad	Clase encargada de generar el mensaje que posteriormente será enviado por la clase SistemaLlamadaEmergencia 13.20
Atributos	▪ Ocupantes: int ▪ posicionGPS[2]: double[]
Relaciones	Tiene una relación de composición con las siguientes clases: ▪ SistemaLlamadaEmergencia 13.20
Métodos	▪ crearMensaje(): string

Cuadro 13.21: Clase Mensaje

Freno	
Responsabilidad	Clase encargada de accionar el freno fisico del vehículo en caso de emergencia
Atributos	Esta clase no contiene atributos
Relaciones	Tiene una relación de composición con las siguientes clases: ▪ Vehículo 13.2
Métodos	▪ frenar(): void

Cuadro 13.22: Clase Freno

Notificación	
Responsabilidad	Clase encargada de generar, activar y desactivar todas las notificaciones del sistema. Para ello necesitará saber el dispositivo que solicita la notificación y el tipo de la misma
Atributos	▪ dispositivo: enum ▪ tipo: enum
Relaciones	Tiene una relación de composición con las siguientes clases: ▪ Vehículo 13.2 Tiene una relación de asociación con las siguientes clases: ▪ SistemaPuntoCiego 13.3 ▪ SistemaCambioCarril 13.6 ▪ SistemaFatiga 13.18 ▪ SistemaLlamadaEmergencia 13.20 ▪ SistemaPreColisión 13.16 ▪ SistemaAlertaVelocidad 13.10
Métodos	▪ activarNotificacion(tipo, dispositivo): void ▪ desactivarNotificacion(tipo, dispositivo): void

Cuadro 13.23: Clase Notificación

Capítulo 14

Diagramas de Secuencia

I Diagramas de secuencia de la Iteración I

A lo largo de esta sección se muestran los diagramas de secuencia de los casos de uso de la iteración I. Cabe decir, que para cada diagrama de secuencia se sobreentiende que el coche debe estar arrancado y los subsistemas a utilizar deben estar activados.

El diagrama de secuencia en la figura 14.1 hace referencia al Caso de uso en formato expandido 05. Se muestra el *flujo de ejecución normal* en el que el sistema es capaz de interpretar las señales en la primera parte del cuadro *alt* de la figura. La segunda parte del cuadro *alt* muestra el *flujo de ejecución alternativo* en el que la velocidad máxima se comprueba gracias a la posición GPS.

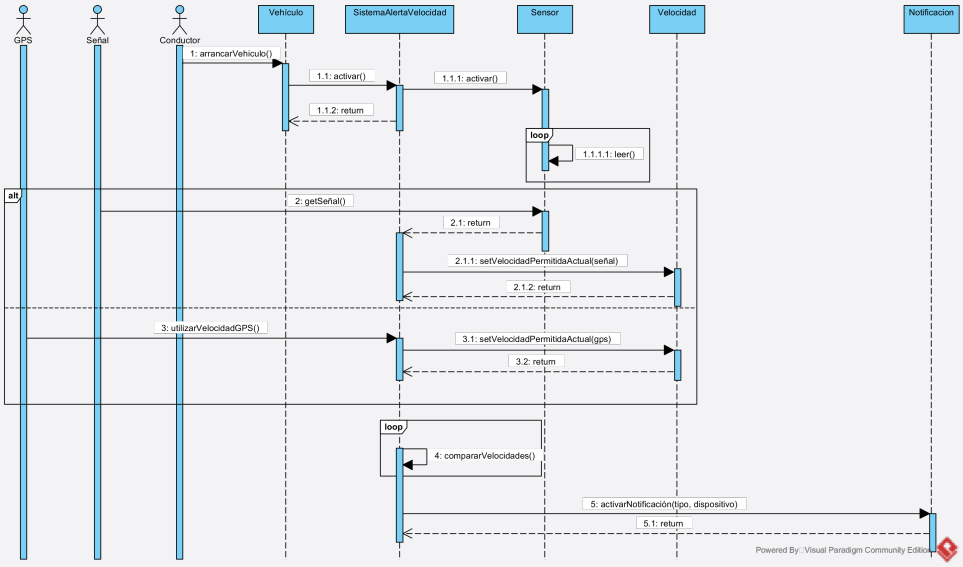


Figura 14.1: Diagrama de secuencia para el CDUE-05: *Activar notificación por velocidad máxima*

El diagrama de secuencia de la figura 14.2 hace referencia al **??**. En el *flujo de ejecución normal* no se realiza ninguna acción, únicamente se comprueba si hay algún obstáculo en la carretera, pero como no se encuentra no se produce ninguna acción. En cambio, en el *flujo de ejecución alternativo*, si que hay algún objeto en la calzada por lo que se desencadenan las acciones reflejadas en la figura.

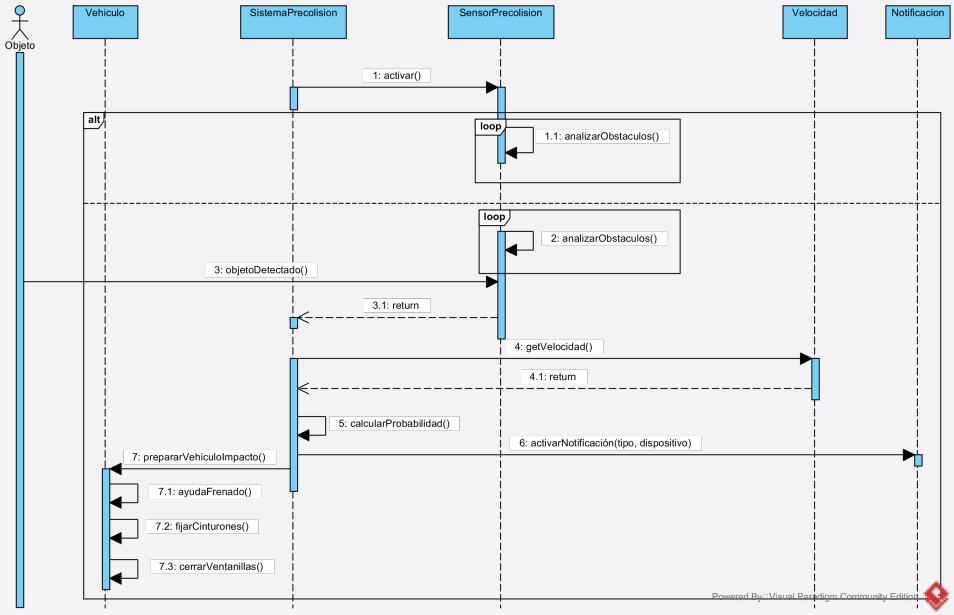


Figura 14.2: Diagrama de secuencia para el CDUE-12: *Preparar vehículo para impacto*

El diagrama de secuencia de la figura 14.3 hace referencia al Caso de uso en formato expandido 11. Este diagrama es muy similar al de la figura 14.2, lo que ocurre es que después de calcular la probabilidad en el *flujo de ejecución alternativo* se activa una notificación en lugar de preparar el vehículo para el impacto.

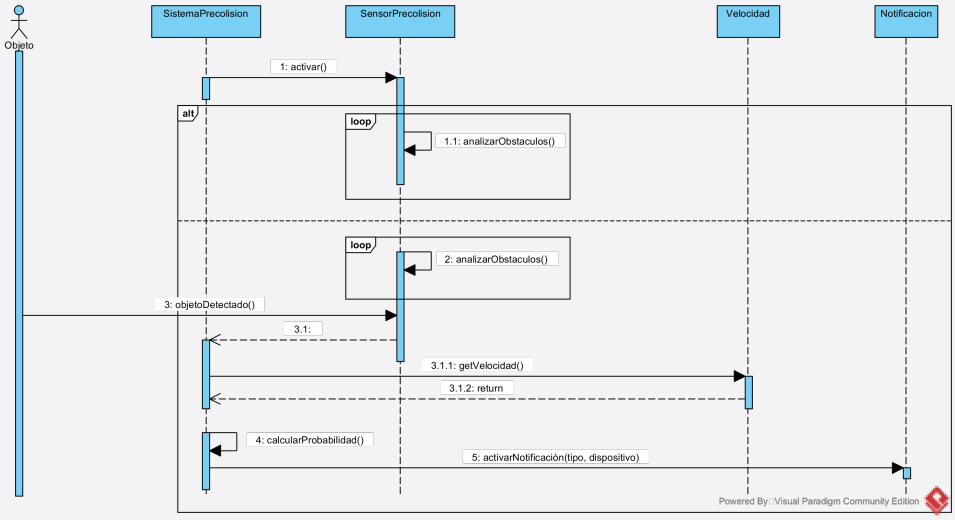


Figura 14.3: Diagrama de secuencia para el CDUE-11: *Activar notificación por riesgo de colisión*

El diagrama de secuencia de la figura 14.4 hace referencia al Caso de uso en formato extendido 13. Este diagrama es muy similar los dos diagramas de secuencia explicados anteriormente, la diferencia radica en que

después de calcular la probabilidad en el *flujo de ejecución alternativo* se reduce la velocidad del vehículo.

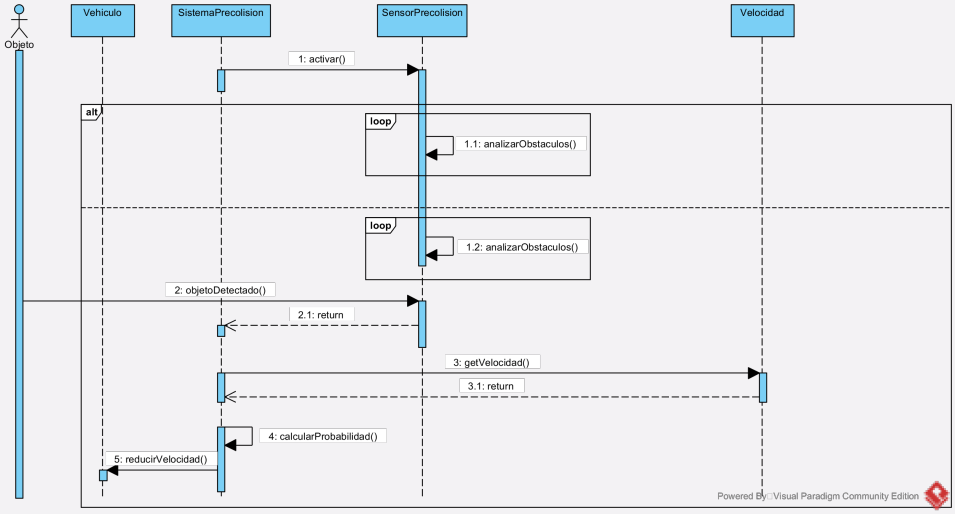


Figura 14.4: Diagrama de secuencia para el CDUE-13: *Reducir velocidad*

II Diagramas de secuencia de la Iteración II

A lo largo de esta sección se muestran los diagramas de secuencia de los casos de uso de la iteración II. Cabe decir, que para cada diagrama de secuencia se sobreentiende que el coche debe estar arrancado y los subsistemas a utilizar deben estar activados.

El diagrama de secuencia en la figura 14.5 hace referencia al Caso de uso en formato expandido 03. Se muestra el *flujo de ejecución normal* en el que el sistema es capaz de leer las líneas del carril y comparar si el vehículo está circulando con una trayectoria correcta. La segunda parte del cuadro *alt* muestra el *flujo de ejecución alternativo* en el que se produce la vibración del volante cuando no se siga la trayectoria correcta.

El diagrama de secuencia en la figura 14.6 hace referencia al Caso de uso en formato expandido 04. Se muestra el *flujo de ejecución normal* en el que el sistema es capaz de leer las líneas del carril y comparar si el vehículo está circulando con una trayectoria correcta. La primera parte del cuadro *alt* muestra el *flujo de ejecución alternativo* en el que se produce la corrección del volante cuando no se siga la trayectoria correcta.

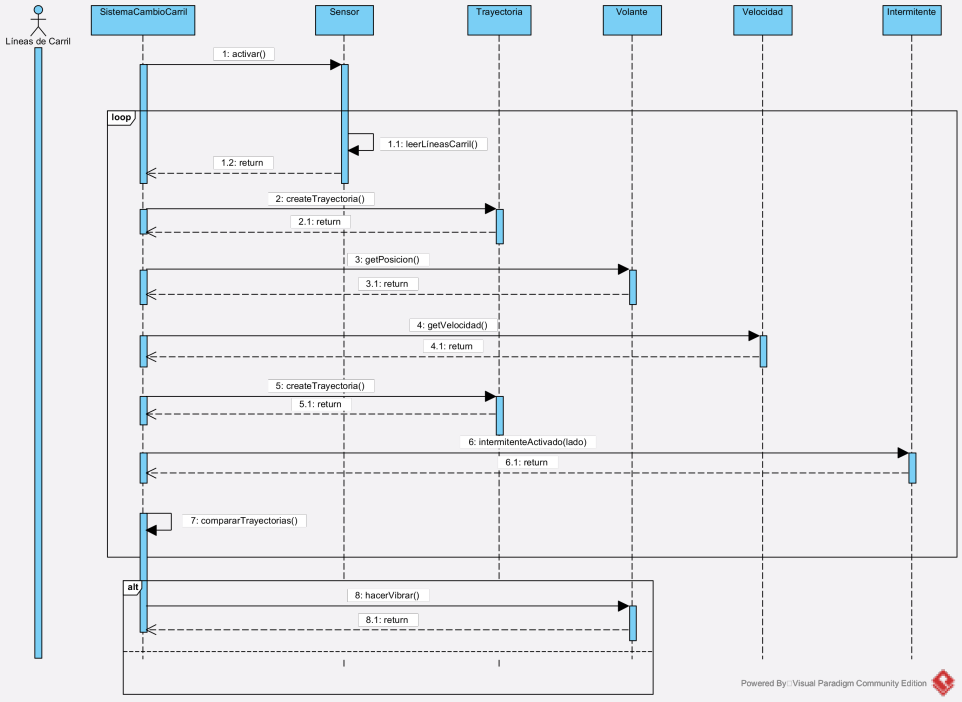


Figura 14.5: Diagrama de secuencia para el CDUE-03: *Hacer vibrar el volante*

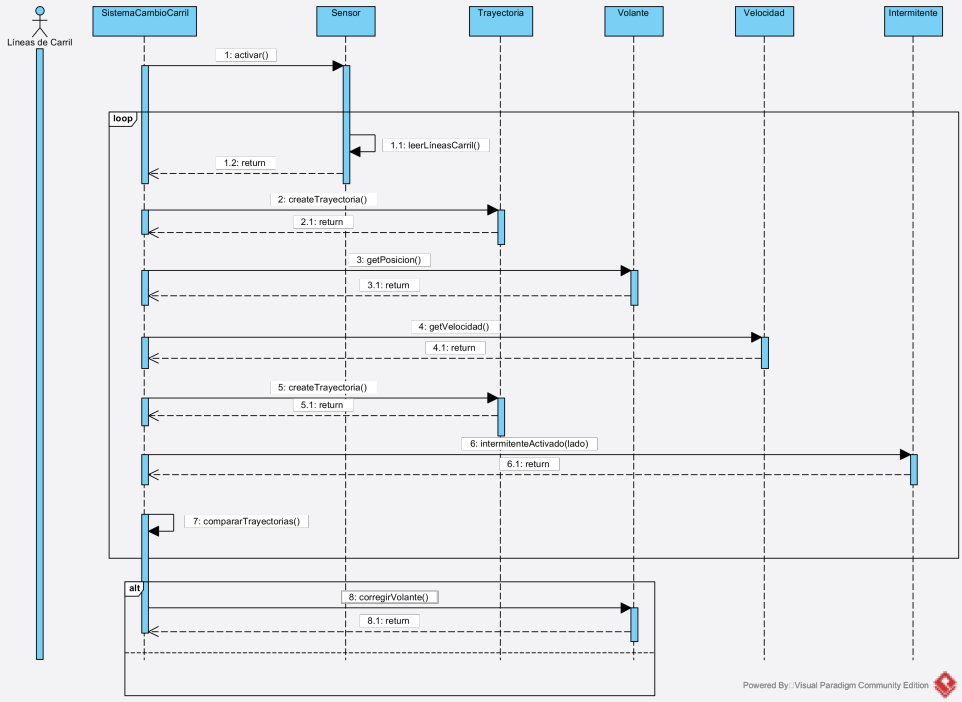


Figura 14.6: Diagrama de secuencia para el CDUE-04: *Corregir el volante*

El diagrama de secuencia en la figura 14.7 hace referencia al Caso de uso en formato expandido 06. Se muestra el *flujo de ejecución normal* en el que el sistema es capaz de interpretar las señales en la primera parte del cuadro *alt* de la figura. La segunda parte del cuadro *alt* muestra el *flujo de ejecución alternativo* en el que la velocidad máxima se comprueba gracias a la posición GPS. Segudamente, el sistema compara la velocidad máxima permitida y la velocidad a la que circula el vehículo, y se reduce la velocidad frenando el vehículo.

El diagrama de secuencia en la figura 14.8 hace referencia al Caso de uso en formato expandido 08. Se muestra el *flujo de ejecución normal* en el que el sistema es capaz de interpretar las expresiones faciales del conductor. Finalmente, se activara una notificación cuando el sistema detecte que el conductor está cansado, tal y como indica el recuadro *alt*.

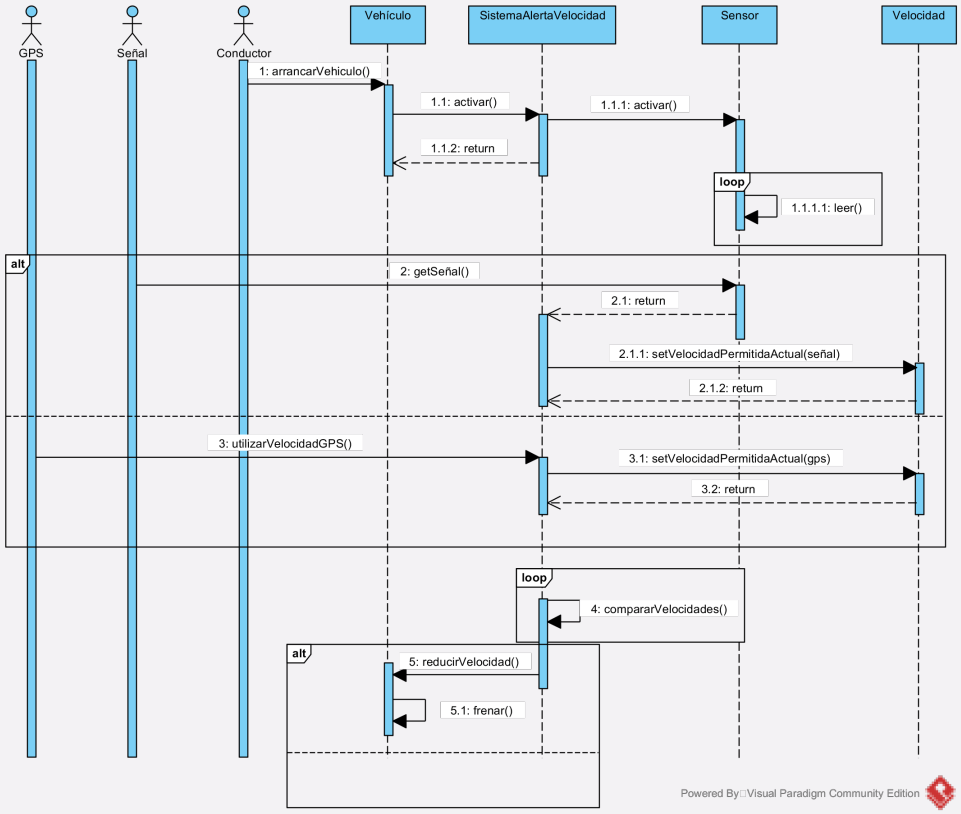


Figura 14.7: Diagrama de secuencia para el CDUE-06: *No Superar Límite de Velocidad*

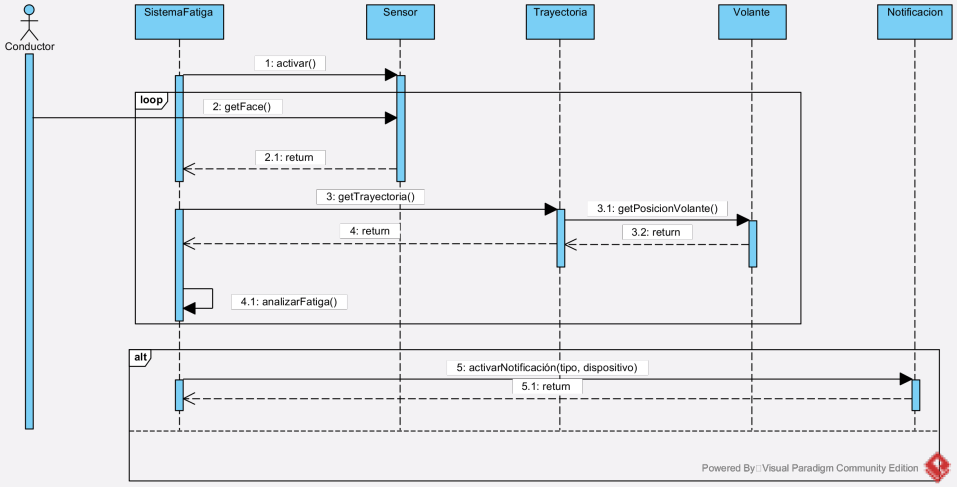


Figura 14.8: Diagrama de secuencia para el CDUE-08: *Activar Notificación de Descanso*

Capítulo 15

Contratos de operación

En este apartado se formalizarán los contratos de operaciones del sistema, los cuales describen el comportamiento esperado del sistema en cada operación del diagrama de secuencia. El formato que se seguirá para describirlos es el que se especifica en la metodología Craig-Larman:

Identificador	Parámetro identificativo del contrato de operaciones
Método	Método al que hace referencia el contrato de operación
Responsabilidades	Descripción de las responsabilidades de la operación
Referencias cruzadas	Números de referencia a otras partes del documento que estén relacionados con la operación
Pre-condiciones	Estado del sistema antes de proceder a la ejecución de la operación
Post-condiciones	Estado del sistema después de completar la operación

Cuadro 15.1: Formato de las tablas para los contratos de operacion.

A continuación, se procede a explicar los contratos de operación para cada diagrama de secuencia:

1. Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso: **activar notificación por velocidad máxima para actor Señal**

Identificador	CO-01
Método	arrancarVehículo()
Responsabilidades	Método que simula el arranque del vehículo
Referencias cruzadas	CDU-05: Activar notificación por velocidad máxima para actor Señal
Pre-condiciones	- El simulador del vehículo no está arrancado
Post-condiciones	- El simulador del vehículo está arrancado

Cuadro 15.2: CO-01.

Identificador	CO-02
Método	activar()
Responsabilidades	Este método es el encargado de inicializar el sistema encargado de generar alertas de velocidad cuando se supere la velocidad máxima permitida por esa vía.
Referencias cruzadas	CDU-05: Activar notificación por velocidad máxima para actor Señal
Pre-condiciones	- El simulador del vehículo está arrancado
Post-condiciones	- El sistema de alerta de velocidad está activado

Cuadro 15.3: CO-02.

Identificador	CO-03
Método	activar()
Responsabilidades	Este método es el encargado de activar el sensor encargado de detectar las señales de tráfico
Referencias cruzadas	CDU-05: Activar notificación por velocidad máxima para actor Señal
Pre-condiciones	- El sistema de alerta de velocidad está activado
Post-condiciones	- El sensor de sistema de alerta de velocidad está activado

Cuadro 15.4: CO-03.

Identificador	CO-04
Método	leer()
Responsabilidades	Este método es el encargado de identificar todas las señales que vayan apareciendo por la carretera por la que circula el vehículo
Referencias cruzadas	CDU-05: Activar notificación por velocidad máxima para actor Señal
Pre-condiciones	- El sistema de alerta de velocidad está activado - El sensor de sistema de alerta de velocidad está activado
Post-condiciones	- -

Cuadro 15.5: CO-04.

Identificador	CO-05
Método	getSeñal()
Responsabilidades	Este método utiliza el sensor incorporado en el vehículo para comprobar si existe alguna señal en la vía.
Referencias cruzadas	CDU-05: Activar notificación por velocidad máxima para actor Señal
Pre-condiciones	- El sistema de alerta de velocidad debe estar activado - El sensor tiene que poder captar las señales que vayan apareciendo
Post-condiciones	- El sistema ha recibido una nueva señal

Cuadro 15.6: CO-05.

Identificador	CO-06
Método	createSeñal()
Responsabilidades	Este método es el encargado de crear en el sistema una señas con las mismas características (formato, tipo prioridad y velocidad) que la señal recibida por el sensor.
Referencias cruzadas	CDU-05: Activar notificación por velocidad máxima para actor Señal
Pre-condiciones	- El sistema de alerta de velocidad debe estar activado - Se ha recibido una nueva imágen del sensor
Post-condiciones	- Se ha creado una nueva señal con las características de la misma

Cuadro 15.7: CO-06.

Identificador	CO-07
Método	setVelocidadPermitidaActual()
Responsabilidades	Este método es el encargado de establecer cuál es la velocidad máxima permitida según la señal que se acaba de crear.
Referencias cruzadas	CDU-05: Activar notificación por velocidad máxima para actor Señal
Pre-condiciones	- El sistema de alerta de velocidad debe estar activado - Tiene que haber una señal creada
Post-condiciones	- El sistema tiene consciencia de la velocidad máxima a la que se puede circular por la vía en la que se encuentra el vehículo

Cuadro 15.8: CO-07.

Identificador	CO-08
Método	utilizarVelocidadGPS()
Responsabilidades	Este método es el encargado de establecer como velocidad máxima de circulación la que diga el GPS teniendo en cuenta el tipo de vía. Se utilizará cuando no sea posible establecer la velocidad máxima de circulación a través de las señales de tráfico.
Referencias cruzadas	CDU-05: Activar notificación por velocidad máxima para actor Señal
Pre-condiciones	- El sistema de alerta de velocidad debe estar activado - El GPS tiene que tener la velocidad a la que se puede circular por esa vía
Post-condiciones	- La velocidad máxima de circulación es la establecida por el GPS

Cuadro 15.9: CO-08.

Identificador	CO-09
Método	compararVelocidades()
Responsabilidades	Este método es el encargado de comparar la velocidad máxima a la que se puede circular por la vía, y la velocidad a la que está circulando el vehículo
Referencias cruzadas	CDU-05: Activar notificación por velocidad máxima para actor Señal
Pre-condiciones	- El sistema de alerta de velocidad debe estar activado - Tiene que haber una señal creada - El vehículo tiene que estar arrancado
Post-condiciones	

Cuadro 15.10: CO-10.

Identificador	CO-11
Método	activarNotificación()
Responsabilidades	Este método es el encargado de mandar una notificación al conductor en el caso que se esté circulando a una velocidad superior a la permitida
Referencias cruzadas	CDU-05: Activar notificación por velocidad máxima para actor Señal
Pre-condiciones	- El sistema de alerta de velocidad debe estar activado - Tiene que haber una señal creada - El vehículo tiene que estar circulando
Post-condiciones	- El sistema recibe una notificación

Cuadro 15.11: CO-11.

2. Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso: **detener vehículo**

Identificador	CO-12
Método	arrancarVehículo()
Responsabilidades	Método que simula el arranque del vehículo
Referencias cruzadas	CDU-09: detener vehículo
Pre-condiciones	- El simulador del vehículo no está arrancado
Post-condiciones	- El simulador del vehículo está arrancado

Cuadro 15.12: CO-12.

Identificador	CO-13
Método	iniciarSistemaDeteccionFatiga()
Responsabilidades	Este método es el encargado de inicializar el sistema de pérdida de atención del conductor
Referencias cruzadas	CDU-09: detener vehículo
Pre-condiciones	- El simulador del vehículo está arrancado
Post-condiciones	- El sistema de alerta por pérdida de atención está activado

Cuadro 15.13: CO-13.

Identificador	CO-14
Método	getFace()
Responsabilidades	Método que recoge toda la información facial del conductor necesaria para determinar si está en buenas condiciones para conducir
Referencias cruzadas	CDU-09: detener vehículo
Pre-condiciones	- El simulador del vehículo está arrancado - El sistema de pérdida de atención tiene que estar activado
Post-condiciones	- El sistema dispone de nuevos datos para analizar el nivel de fatiga del conductor

Cuadro 15.14: CO-14.

Identificador	CO-15
Método	getTrayectoria ()
Responsabilidades	Método que determina la trayectoria que sigue el vehículo
Referencias cruzadas	CDU-09: detener vehículo
Pre-condiciones	- El sistema de pérdida de atención tiene que estar activado - El vehículo tiene que estar en circulación
Post-condiciones	- El sistema dispone de nuevos datos para analizar la trayectoria del vehículo

Cuadro 15.15: CO-15.

Identificador	CO-16
Método	getPosicionVolante()
Responsabilidades	Método encargado de determinar la posición del volante cuando el vehículo se encuentre circulando
Referencias cruzadas	CDU-09: detener vehículo
Pre-condiciones	- El sistema de pérdida de atención tiene que estar activado - El vehículo tiene que estar en circulación
Post-condiciones	- El sistema dispone de nuevos datos para analizar la posición del volante del vehículo

Cuadro 15.16: CO-16.

Identificador	CO-17
Método	analizarFatiga()
Responsabilidades	Método encargado de determinar si el conductor tiene problemas de cansancio mientras se encuentra conduciendo, teniendo en cuenta la trayectoria que sigue el vehículo, la posición del volante y los datos faciales obtenidos anteriormente.
Referencias cruzadas	CDU-09: detener vehículo
Pre-condiciones	- El sistema de pérdida de atención tiene que estar activado - El vehículo tiene que estar en circulación - Los datos a analizar y comparar tienen que existir y estar bien tomados
Post-condiciones	

Cuadro 15.17: CO-17.

Identificador	CO-18
Método	generarNotificacionSonora()
Responsabilidades	Método encargado de avisar al conductor mediante una notificación sonora que no se encuentra en las condiciones óptimas para conducir.
Referencias cruzadas	CDU-09: detener vehículo
Pre-condiciones	- El sistema de pérdida de atención tiene que estar activado - El vehículo tiene que estar en circulación - El conductor debe mostrar síntomas de fatiga al volante
Post-condiciones	- El sistema genera una notificación sonora

Cuadro 15.18: CO-18.

Identificador	CO-19
Método	frenar()
Responsabilidades	Este método es el encargado de frenar progresivamente el coche después de emitir la alerta sonora durante más de 3 segundos y el conductor sigue circulando.
Referencias cruzadas	CDU-09: detener vehículo
Pre-condiciones	- El sistema de pérdida de atención tiene que estar activado - El vehículo tiene que estar en circulación - El conductor debe mostrar síntomas de fatiga al volante - La alerta sonora ha estado activada durante más de 3 segundos
Post-condiciones	- El sistema detiene progresivamente el vehículo

Cuadro 15.19: CO-19.

3. Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso: **alerta notificación por riesgo colisión**

Identificador	CO-20
Método	arrancarVehículo()
Responsabilidades	Método que simula el arranque del vehículo
Referencias cruzadas	CDU-11: alerta notificación por riesgo colisión
Pre-condiciones	- El simulador del vehículo no está arrancado
Post-condiciones	- El simulador del vehículo está arrancado

Cuadro 15.20: CO-20.

Identificador	CO-21
Método	activar()
Responsabilidades	Este método es el encargado de inicializar el sistema encargado de detectar un objeto en la vía que pueda provocar una colisión con el vehículo
Referencias cruzadas	CDU-11: alerta notificación por riesgo colisión
Pre-condiciones	- El simulador del vehículo está arrancado
Post-condiciones	- El sistema de alerta precolisión está activado

Cuadro 15.21: CO-21.

Identificador	CO-22
Método	activar()
Responsabilidades	Este método es el encargado de activar el sensor encargado de detectar obstáculos en la vía
Referencias cruzadas	CDU-05: CDU-11: alerta notificación por riesgo colisión
Pre-condiciones	- El sistema de alerta por precolisión está activado
Post-condiciones	- El sensor de sistema de alerta de precolisión está activado

Cuadro 15.22: CO-22.

Identificador	CO-23
Método	analizarObstaculos()
Responsabilidades	Este método utiliza el sensor incorporado en el vehículo para comprobar si existe algún tipo de objeto que se encuentre en la trayectoria del vehículo.
Referencias cruzadas	CDU-11: alerta notificación por riesgo colisión
Pre-condiciones	- El simulador del vehículo está arrancado - El sensor tiene que poder captar los objetos que vayan apareciendo
Post-condiciones	- El sistema recibe la distancia a la que se encuentra el objeto

Cuadro 15.23: CO-23.

Identificador	CO-24
Método	objetoDetectado()
Responsabilidades	Este método es el encargado de enviar una señal cuándo se detecte un objeto en la vía por la que circula el vehículo.
Referencias cruzadas	CDU-11: alerta notificación por riesgo colisión
Pre-condiciones	- El simulador del vehículo está arrancado - El sensor tiene que poder captar los objetos que vayan apareciendo
Post-condiciones	- El sistema una señal indicando la detección de un objeto en la vía

Cuadro 15.24: CO-24.

Identificador	CO-25
Método	getVelocidad()
Responsabilidades	Este método es el encargado de coger la velocidad a la que se encuentra circulando el vehículo
Referencias cruzadas	CDU-11: alerta notificación por riesgo colisión
Pre-condiciones	- El sensor tiene que poder captar los objetos que vayan apareciendo - El vehículo tiene que estar circulando
Post-condiciones	- El sistema obtiene la velocidad de circulación

Cuadro 15.25: CO-25.

Identificador	CO-26
Método	calcularProbabilidad()
Responsabilidades	Este método es el encargado de determinar si el objeto puede provocar alguna situación de riesgo al conductor. Ésto será posible gracias a la distancia y a la velocidad que hemos obtenido anteriormente.
Referencias cruzadas	CDU-11: alerta notificación por riesgo colisión
Pre-condiciones	- El sensor tiene que poder captar los objetos que vayan apareciendo - El vehículo tiene que estar circulando
Post-condiciones	-

Cuadro 15.26: CO-26.

Identificador	CO-27
Método	activarNotificacion()
Responsabilidades	Este método es el encargado de mandar una notificación al conductor en el caso que se esté circulando a una velocidad superior a la permitida
Referencias cruzadas	CDU-11: alerta notificación por riesgo colisión
Pre-condiciones	- El sensor tiene que poder captar los objetos que vayan apareciendo - El vehículo tiene que estar circulando - Tiene que haber un objeto que pueda provocar una colisión con un riesgo del 50 % o más
Post-condiciones	- El sistema recibe una notificación

Cuadro 15.27: CO-27.

4. Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso: **reducir velocidad**

Identificador	CO-28
Método	arrancarVehículo()
Responsabilidades	Método que simula el arranque del vehículo
Referencias cruzadas	CDU-13: reducir velocidad
Pre-condiciones	- El simulador del vehículo no está arrancado
Post-condiciones	- El simulador del vehículo está arrancado

Cuadro 15.28: CO-28.

Identificador	CO-29
Método	activar()
Responsabilidades	Este método es el encargado de inicializar el sistema encargado de detectar un objeto en la vía que pueda provocar una colisión con el vehículo
Referencias cruzadas	CDU-13: reducir velocidad
Pre-condiciones	- El simulador del vehículo está arrancado
Post-condiciones	- El sistema de alerta precolisión está activado

Cuadro 15.29: CO-29.

Identificador	CO-30
Método	activar()
Responsabilidades	Este método es el encargado de activar el sensor encargado de detectar obstáculos en la vía
Referencias cruzadas	CDU-13: reducir velocidad
Pre-condiciones	- El sistema de alerta por precolisión está activado
Post-condiciones	- El sensor de sistema de alerta de precolisión está activado

Cuadro 15.30: CO-30.

Identificador	CO-31
Método	analizarObstaculos()
Responsabilidades	Este método utiliza el sensor incorporado en el vehículo para comprobar si existe algún tipo de objeto que se encuentre en la trayectoria del vehículo.
Referencias cruzadas	CDU-13: reducir velocidad
Pre-condiciones	- El simulador del vehículo está arrancado - El sensor tiene que poder captar los objetos que vayan apareciendo
Post-condiciones	- El sistema recibe la distancia a la que se encuentra el objeto

Cuadro 15.31: CO-31.

Identificador	CO-32
Método	objetoDetectado()
Responsabilidades	Este método es el encargado de enviar una señal cuándo se detecte un objeto en la vía por la que circula el vehículo.
Referencias cruzadas	CDU-13: reducir velocidad
Pre-condiciones	- El simulador del vehículo está arrancado - El sensor tiene que poder captar los objetos que vayan apareciendo
Post-condiciones	- El sistema una señal indicando la detección de un objeto en la vía

Cuadro 15.32: CO-32.

Identificador	CO-33
Método	getVelocidad()
Responsabilidades	Este método es el encargado de coger la velocidad a la que se encuentra circulando el vehículo
Referencias cruzadas	CDU-13: reducir velocidad
Pre-condiciones	- El sensor tiene que poder captar los objetos que vayan apareciendo - El vehículo tiene que estar circulando
Post-condiciones	- El sistema obtiene la velocidad de circulación

Cuadro 15.33: CO-33.

Identificador	CO-34
Método	calcularProbabilidad()
Responsabilidades	Este método es el encargado de determinar si el objeto puede provocar alguna situación de riesgo al conductor. Ésto será posible gracias a la distancia y a la velocidad que hemos obtenido anteriormente.
Referencias cruzadas	CDU-13: reducir velocidad
Pre-condiciones	- El sensor tiene que poder captar los objetos que vayan apareciendo - El vehículo tiene que estar circulando
Post-condiciones	-

Cuadro 15.34: CO-34.

Identificador	CO-35
Método	activarNotificacion()
Responsabilidades	Este método es el encargado de mandar una notificación al conductor en el caso que se esté circulando a una velocidad superior a la permitida
Referencias cruzadas	CDU-13: reducir velocidad
Pre-condiciones	- El sensor tiene que poder captar los objetos que vayan apareciendo - El vehículo tiene que estar circulando - Tiene que haber un objeto que pueda provocar una colisión con un riesgo del 50 % o más
Post-condiciones	- El sistema recibe una notificación

Cuadro 15.35: CO-35.

Identificador	CO-36
Método	reducirVelocidad()
Responsabilidades	Este método es el encargado de frenar el coche para evitar la colisión siempre y cuando se haya detectado que el conductor ha pisado el freno en primer lugar.
Referencias cruzadas	CDU-13: reducir velocidad
Pre-condiciones	- El sensor tiene que poder captar los objetos que vayan apareciendo - El vehículo tiene que estar circulando - Tiene que haber un objeto que pueda provocar una colisión con un riesgo del 50 % o más - El conductor ha pisado el freno
Post-condiciones	- El sistema recibe una notificación

Cuadro 15.36: CO-36.

5. Diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso: **preparar vehículo para impacto**

Identificador	CO-37
Método	arrancarVehículo()
Responsabilidades	Método que simula el arranque del vehículo
Referencias cruzadas	CDU-12: preparar vehículo para impacto
Pre-condiciones	- El simulador del vehículo no está arrancado
Post-condiciones	- El simulador del vehículo está arrancado

Cuadro 15.37: CO-37.

Identificador	CO-38
Método	activar()
Responsabilidades	Este método es el encargado de inicializar el sistema encargado de detectar un objeto en la vía que pueda provocar una colisión con el vehículo
Referencias cruzadas	CDU-12: preparar vehículo para impacto
Pre-condiciones	- El simulador del vehículo está arrancado
Post-condiciones	- El sistema de alerta precolisión está activado

Cuadro 15.38: CO-38.

Identificador	CO-39
Método	activar()
Responsabilidades	Este método es el encargado de activar el sensor encargado de detectar obstáculos en la vía
Referencias cruzadas	CDU-12: preparar vehículo para impacto
Pre-condiciones	- El sistema de alerta por precolisión está activado
Post-condiciones	- El sensor de sistema de alerta de precolisión está activado

Cuadro 15.39: CO-39.

Identificador	CO-40
Método	analizarObstaculos()
Responsabilidades	Este método utiliza el sensor incorporado en el vehículo para comprobar si existe algún tipo de objeto que se encuentre en la trayectoria del vehículo.
Referencias cruzadas	CDU-12: preparar vehículo para impacto
Pre-condiciones	- El simulador del vehículo está arrancado - El sensor tiene que poder captar los objetos que vayan apareciendo
Post-condiciones	- El sistema recibe la distancia a la que se encuentra el objeto

Cuadro 15.40: CO-40.

Identificador	CO-41
Método	objetoDetectado()
Responsabilidades	Este método es el encargado de enviar una señal cuándo se detecte un objeto en la vía por la que circula el vehículo.
Referencias cruzadas	CDU-12: preparar vehículo para impacto
Pre-condiciones	- El simulador del vehículo está arrancado - El sensor tiene que poder captar los objetos que vayan apareciendo
Post-condiciones	- El sistema una señal indicando la detección de un objeto en la vía

Cuadro 15.41: CO-41.

Identificador	CO-42
Método	getVelocidad()
Responsabilidades	Este método es el encargado de coger la velocidad a la que se encuentra circulando el vehículo
Referencias cruzadas	CDU-12: preparar vehículo para impacto
Pre-condiciones	- El sensor tiene que poder captar los objetos que vayan apareciendo - El vehículo tiene que estar circulando
Post-condiciones	- El sistema obtiene la velocidad de circulación

Cuadro 15.42: CO-42.

Identificador	CO-43
Método	calcularProbabilidad()
Responsabilidades	Este método es el encargado de determinar si el objeto puede provocar alguna situación de riesgo al conductor. Ésto será posible gracias a la distancia y a la velocidad que hemos obtenido anteriormente.
Referencias cruzadas	CDU-12: preparar vehículo para impacto
Pre-condiciones	- El sensor tiene que poder captar los objetos que vayan apareciendo - El vehículo tiene que estar circulando
Post-condiciones	-

Cuadro 15.43: CO-43.

Identificador	CO-44
Método	activarNotificacion()
Responsabilidades	Este método es el encargado de mandar una notificación al conductor en el caso que se esté circulando a una velocidad superior a la permitida
Referencias cruzadas	CDU-12: preparar vehículo para impacto
Pre-condiciones	- El sensor tiene que poder captar los objetos que vayan apareciendo - El vehículo tiene que estar circulando - Tiene que haber un objeto que pueda provocar una colisión con un riesgo del 50 % o más
Post-condiciones	- El sistema recibe una notificación

Cuadro 15.44: CO-44.

Identificador	CO-45
Método	prepararVehículoImpacto()
Responsabilidades	Este método es el encargado de preparar el vehículo para una colisión inminente.
Referencias cruzadas	CDU-12 preprar vehículo para impacto
Pre-condiciones	- El sensor tiene que poder captar los objetos que vayan apareciendo - El vehículo tiene que estar circulando - Tiene que haber un objeto que pueda provocar una colisión con un riesgo del 70 % o más
Post-condiciones	- El sistema aumenta la seguridad del conductor

Cuadro 15.45: CO-45.

Identificador	CO-46
Método	ayudaFrenadp()
Responsabilidades	Este método es el encargado de ir frenando el vehículo para evitar la colisión con el objeto
Referencias cruzadas	CDU-12 preprar vehículo para impacto
Pre-condiciones	- El sensor tiene que poder captar los objetos que vayan apareciendo - El vehículo tiene que estar circulando - Tiene que haber un objeto que pueda provocar una colisión con un riesgo del 70 % o más
Post-condiciones	- El sistema disminuye la velocidad

Cuadro 15.46: CO-46.

Identificador	CO-47
Método	fijarCinturones()
Responsabilidades	Este método es el encargado de bloquear los cinturones que esten abrochados, para así reducir el impacto en los pasajeros del vehículo
Referencias cruzadas	CDU-12 preprar vehículo para impacto
Pre-condiciones	- El sensor tiene que poder captar los objetos que vayan apareciendo - El vehículo tiene que estar circulando - Tiene que haber un objeto que pueda provocar una colisión con un riesgo del 70 % o más
Post-condiciones	- El sistema tiene bloqueados los cinturones

Cuadro 15.47: CO-47.

Identificador	CO-48
Método	cerrarVentanillas()
Responsabilidades	Este método es el encargado de cerrar aquellas ventanillas del vehículo que estén abiertas.
Referencias cruzadas	CDU-12 preprar vehículo para impacto
Pre-condiciones	- El sensor tiene que poder captar los objetos que vayan apareciendo - El vehículo tiene que estar circulando - Tiene que haber un objeto que pueda provocar una colisión con un riesgo del 70 % o más
Post-condiciones	- El sistema tendrá cerradas las ventanillas

Cuadro 15.48: CO-48.

Capítulo 16

Diagrama de estados

Este documento recoge el diagrama de transición de estados de la clase Sensor de punto ciego.

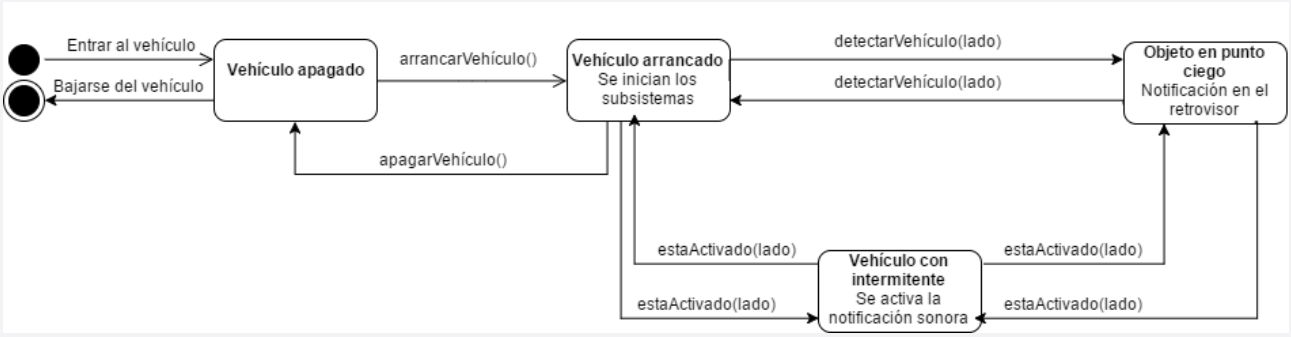


Figura 16.1: Diagrama de estados de la clase Sensor de punto ciego.

En un primer momento, el sistema se encuentra apagado, ya que el vehículo se encuentra apagado. Por lo tanto, se necesitará que el usuario se suba al vehículo. A partir de ese hecho, se pueden identificar cuatro estados:

- **Vehículo apagado**: Es el estado inicial. En este estado ninguno de los subsistemas está iniciado.
- **Vehículo arrancado**: Cuando el vehículo se pone en marcha, también se inicial los subsistemas.
- **Objeto en punto ciego**: Si el sensor detecta un objeto en el punto ciego, pasa a este estado, donde genera una notificación en el retrovisor.
- **Vehículo con intermitente**: Cuando el conductor activa un intermitente y hay un objeto en el punto ciego, se genera una notificación sonora.

Cuando se encuentra en el estado Vehículo apagado, solo puede pasar al estado Vehículo arrancado mediante el método arrancarVehículo(). Asimísmo, solo se puede llegar a este estado desde Vehículo arrancado con el método apagarVehículo().

Desde vehículo arrancado se puede llegar a Objeto en punto ciego, si el método detectarVehículo() detecta un vehículo en el punto ciego. Desde esta clase se puede volver al estado vehículo arrancado si dicho método no detecta un objeto en el punto ciego.

Por último, desde Objeto en punto ciego y Vehículo arrancado se puede llegar a Vehículo con intermitente si se detecta que el conductor ha activado un intermitente.

Capítulo 17

Informe de seguimiento 2

I Cálculo de la Priorización

I.1 Propósito y alcance del proyecto

Con este documento se pretende realizar un seguimiento del estado actual del proyecto, para ello, se comparan en él las estimaciones que se realizaron en su momento con los datos reales obtenidos hasta la fecha. Gracias a esta comparación, será posible ajustar las estimaciones iniciales de modo que se obtenga una estimación más precisa y realista. Además, se observará si ha aparecido alguno de los riesgos definidos en el documento de Gestión de Calidad y si se ha actuado de acuerdo al plan de acción establecido.

Para cumplir con los objetivos definidos para este documento, se pondrán en común todas las tareas llevadas a cabo por los miembros del equipo. Cada uno de los miembros debe rellenar una hoja de imputación de horas, en la que refleje las horas dedicadas a cada uno de los productos generados hasta el momento, de forma que puedan compararse el tiempo real dedicado con el tiempo que se estimó en el documento de cálculo de costes.

Las tareas que se ven afectadas por este documento son aquellas cuya fecha de finalización estimada está entre el comienzo del proyecto y el día 12 de mayo del presente año, estas tareas son las siguientes: EVS, DCC, OFE, GCONF, PGCal, PER, DAS, DDS, IQS1, IQS2.

I.2 Acrónimos y definiciones

- DAS: Documento de Análisis del Sistema.
- DCC: Documento de Cálculo de Costes.
- DDS: Documento de Diseño del Sistema.
- DHP: Documento de Histórico del Proyecto.
- DIS: Documento de Implantación del Sistema.
- EVS: Estudio de Viabilidad del Sistema.

- IAS: Implantación y Asimilación del Sistema.
- IQS: Informe Quincenal de Seguimiento.
- OFE: Oferta.
- GConf: Plan de Gestión de Configuración.
- PGCal: Plan de Gestión de Calidad.
- PER: Planificación y especificación de requisitos.
- DCS: Documento de Construcción del Sistema.

II Progreso actual del proyecto

En este apartado se muestra el estado actual del proyecto, pudiendo observarse las tareas finalizadas, en las que se puede ver el esfuerzo estimado y el esfuerzo real dedicado a ellas; las tareas que actualmente se están llevando a cabo y las tareas que aún no han comenzado.

II.1 Tareas Finalizadas

Tarea	Inicio Estimado	Inicio Real	Fin estimado	Fin real	Duración estimada	Duración real	Desviación
OFE	01/02/17	03/02/17	03/02/17	05/02/17	3 días	2 días	+1
DCC	01/02/17	03/02/17	03/02/17	06/02/17	3 días	3 días	+0
EVS	06/02/17	06/02/17	17/02/17	18/02/17	11 días	12 días	-1
IQS1	17/02/17	18/02/17	22/02/17	24/02/17	5 días	6 día	-1
PGCal	20/02/17	25/02/17	03/03/17	07/03/17	10 días	9 días	+1
GConf	27/02/17	07/03/17	03/03/17	14/03/17	5 días	7 días	-2
PER	06/03/17	14/03/17	14/03/17	19/03/17	8 días	5 días	+3
DAS	15/03/17	20/03/17	24/03/17	28/03/17	9 días	8 días	+1
DDS	27/03/17	29/03/17	30/03/17	01/04/17	4 días	4 días	+0
IQS2	30/03/17	02/04/17	31/03/17	01/04/17	2 días	1 día	+1

Cuadro 17.1: Tareas Finalizadas.

II.2 Actividades en marcha

En este punto se muestran las actividades que se empezaron antes de la creación de este documento y aún siguen desarrollándose, se detalla además la fecha de inicio y la fecha estimada de finalización, así como la duración y la fecha de fin estimado de cada tarea. También se muestra la desviación actual de cada tarea respecto a las estimaciones iniciales. Como puede observarse, en el momento de realización de este documente han empezado a aparecer retrasos (en el informe quincenal de seguimiento) que deben ser solventados con el fin de evitar mayores problemas durante el desarrollo del proyecto.

Tarea	Inicio Estimado	Inicio Real	Fin estimado	Duración estimada	Desviación
DCS	01/04/2017	02/04/2017	12/05/2017	42 días	-1 día

Cuadro 17.2: Actividades en marcha.

II.3 Actividades a comenzar

En este apartado están recogidas todas las actividades que aún no se han comenzado del proyecto, así como las fechas de inicio y finalización previstas.

La tarea DCS está compuesta por tres iteraciones, las cuales contienen sus correspondientes fases de diseño y análisis, en las cuales se detallarán los casos de uso, diagramas de clases, diagramas de secuencia, y todo lo relacionado en estas fases.

Tarea	Inicio Estimado	Fin estimado
DHP	05/09/2017	10/09/2017
IAS	13/09/2017	15/09/2017

Cuadro 17.3: Actividades a comenzar.

II.4 Grado de avance del proyecto

Por último se muestra el porcentaje del trabajo realizado hasta la fecha, además del estimado que se tuvo en cuenta en el documento de oferta.

Tarea	Fecha de inicio	Fecha de finalización estimada	Fecha de finalización real	Porcentaje estimado	Porcentaje real
OFE	03/02/17	03/02/17	06/02/17	100 %	100 %
DCC	03/02/17	03/02/17	06/02/17	100 %	100 %
EVS	06/02/17	17/02/17	18/02/17	100 %	100 %
IQS1	17/02/17	22/02/17	24/02/17	100 %	100 %
PGCal	25/02/17	03/03/17	07/03/17	100 %	100 %
GConf	27/02/17	03/03/17	14/03/17	100 %	100 %
PER	14/03/17	14/03/17	19/03/17	100 %	100 %
DAS	20/03/17	24/03/17	28/03/217	100 %	100 %
DDS	27/03/17	29/03/17	01/04/17	100 %	100 %
IQS2	01/04/17	01/04/17	01/04/17	100 %	100 %
DCS	02/04/17	12/05/17	-	80 %	60 %
DHP	05/09/17	10/09/17	-	0 %	0 %
IAS	13/09/17	15/09/17	-	0 %	0 %

Cuadro 17.4: Grado de avance.

III Cálculo de la Priorización

En este apartado se muestra una comparativa entre el esfuerzo estimado para cada uno de los productos generados en el proyecto y el esfuerzo real dedicado a los mismos. Para ello, se han utilizado las estimaciones realizadas en la planificación y en el documento de cálculo de costes y se han comparado con las hojas de imputación de horas, en las que aparecen las horas reales dedicadas por cada persona a cada uno de los productos.

III.1 Personal

Alberto García Hernández

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
OFE	34,44	27,35	7,09
DCC	34,44	33,56	0,88
EVS	114,82	128,74	-13,92
IQS1	11,48	12,3	-0,82
PGCal	43,24	44,15	-0,90
GConf	43,24	44,15	-0,90
PER	60,54	61,80	-1,26
DAS	77,84	70,63	7,21
DDS	34,60	35,32	-0,72
IQS2	17,30	8,83	8,47

Cuadro 17.5: Alberto:Horas respecto al total del proyecto.

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
PGCal	43,24	44,15	-0,90
GConf	43,24	44,15	-0,90
PER	60,54	61,80	-1,26
DAS	77,84	70,63	7,21
DDS	34,60	35,32	-0,72
IQS2	17,30	8,83	8,47

Cuadro 17.6: Alberto:Periodo contemplado en este informe.

Juan Abascal Sánchez

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
OFE	23,76	18,65	5,11
DCC	23,76	22,93	0,83
EVS	79,22	87,32	-8,1
IQS1	7,92	6,49	1,43
PGCal	30,61	31,25	-0,64
GConf	30,61	31,25	-0,64
PER	42,86	43,75	-0,89
DAS	55,10	50,00	5,10
DDS	24,49	25,00	-0,51
IQS2	12,24	6,25	5,99

Cuadro 17.7: Juan:Horas respecto al total del proyecto.

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
PGCal	30,61	31,25	-0,64
GConf	30,61	31,25	-0,64
PER	42,86	43,75	-0,89
DAS	55,10	50,00	5,10
DDS	24,49	25,00	-0,51
IQS2	12,24	6,25	5,99

Cuadro 17.8: Juan:Periodo contemplado en este informe.

Daniel González de la Hera

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
OFE	3,1	2,97	0,13
DCC	3,1	3,13	-0,03
EVS	10,33	18,03	-7,7
IQS1	1,33	1,28	0,05
PGCal	12,24	12,50	-0,26
GConf	12,24	12,50	-0,26
PER	17,14	17,50	-0,36
DAS	22,04	20,00	2,04
DDS	9,80	10,00	-0,20
IQS2	4,90	2,50	2,40

Cuadro 17.9: Daniel:Horas respecto al total del proyecto.

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
PGCal	12,24	12,50	-0,26
GConf	12,24	12,50	-0,26
PER	17,14	17,50	-0,36
DAS	22,04	20,00	2,04
DDS	9,80	10,00	-0,20
IQS2	4,90	2,50	2,40

Cuadro 17.10: Daniel:Periodo contemplado en este informe.

Carlos Olivares Sánchez-Manjavacas

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
OFE	3,44	2,87	0,57
DCC	3,44	3,34	0,1
EVS	11,48	19,23	-7,75
IQS1	1,14	1,18	-0,04
PGCal	6,13	6,26	-0,13
GConf	6,13	6,26	-0,13
PER	8,59	8,76	-0,18
DAS	11,04	10,02	1,02
DDS	4,91	5,01	-0,10
IQS2	2,45	1,25	1,20

Cuadro 17.11: CarlosOSM:Horas respecto al total del proyecto.

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
PGCal	6,13	6,26	-0,13
GConf	6,13	6,26	-0,13
PER	8,59	8,76	-0,18
DAS	11,04	10,02	1,02
DDS	4,91	5,01	-0,10
IQS2	2,45	1,25	1,20

Cuadro 17.12: CarlosOSM:Periodo contemplado en este informe.

Carlos Tormo Sánchez

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
OFE	0,34	0,26	0,08
DCC	0,34	0,33	0,01
EVS	1,14	3,21	-2,07
IQS1	0,11	0,13	-0,02
PGCal	1,05	1,08	-0,02
GConf	1,05	1,08	-0,02
PER	1,47	1,51	-0,03
DAS	1,90	1,72	0,18
DDS	0,84	0,86	-0,02
IQS2	0,42	0,22	0,21

Cuadro 17.13: CarlosTS:Horas respecto al total del proyecto.

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
PGCal	1,05	1,08	-0,02
GConf	1,05	1,08	-0,02
PER	1,47	1,51	-0,03
DAS	1,90	1,72	0,18
DDS	0,84	0,86	-0,02
IQS2	0,42	0,22	0,21

Cuadro 17.14: CarlosTS:Periodo contemplado en este informe.

Adriana Lima

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
OFE	3,44	2,87	0,57
DCC	3,44	3,34	0,1
EVS	11,48	19,23	-7,75
IQS1	1,14	1,18	-0,04
PGCal	6,13	6,26	-0,13
GConf	6,13	6,26	-0,13
PER	8,59	8,76	-0,18
DAS	11,04	10,02	1,02
DDS	4,91	5,01	-0,10
IQS2	2,45	1,25	1,20

Cuadro 17.15: Adriana:Horas respecto al total del proyecto.

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
PGCal	6,13	6,26	-0,13
GConf	6,13	6,26	-0,13
PER	8,59	8,76	-0,18
DAS	11,04	10,02	1,02
DDS	4,91	5,01	-0,10
IQS2	2,45	1,25	1,20

Cuadro 17.16: Adriana:Periodo contemplado en este informe.

Irina Shayk

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
OFE	0,34	0,26	0,08
DCC	0,34	0,33	0,01
EVS	1,14	3,21	-2,07
IQS1	0,11	0,13	-0,02
PGCal	1,05	1,08	-0,02
GConf	1,05	1,08	-0,02
PER	1,47	1,51	-0,03
DAS	1,90	1,72	0,18
DDS	0,84	0,86	-0,02
IQS2	0,42	0,22	0,21

Cuadro 17.17: Irina:Horas respecto al total del proyecto.

- Horas respecto al total del proyecto

Actividad	Horas previstas	Horas Reales	Desviación
PGCal	1,05	1,08	-0,02
GConf	1,05	1,08	-0,02
PER	1,47	1,51	-0,03
DAS	1,90	1,72	0,18
DDS	0,84	0,86	-0,02
IQS2	0,42	0,22	0,21

Cuadro 17.18: Irina:Periodo contemplado en este informe.

III.2

Recursos acumulados

Documento	Tipo	06/02/17	20/02/17	06/03/17	20/03/17	3/04/17	17/04/17	01/05/17	12/05/17
OFE	Estimado	65.10	65.10	65.10	65.10	65.10	65.10	65.10	65.10
	Real	55.42	55.42	55.42	55.42	55.42	55.42	55.42	55.42
DCC	Estimado	65.10	65.10	65.10	65.10	65.10	65.10	65.10	65.10
	Real	69.05	69.05	69.05	69.05	69.05	69.05	69.05	69.05
EVS	Estimado	217.01	217.01	217.01	217.01	217.01	217.01	217.01	217.01
	Real	0	275.19	275.19	275.19	275.19	275.19	275.19	275.19
IQS1	Estimado	21.7	21.7	21.7	21.7	21.7	21.7	21.7	21.7
	Real	0	0	22.71	22.71	22.71	22.71	22.71	22.71
PGCal	Estimado	100.47	100.47	100.47	100.47	100.47	100.47	100.47	100.47
	Real	0	85.43	102.57	102.57	102.57	102.57	102.57	102.57
GConf	Estimado	100.47	100.47	100.47	100.47	100.47	100.47	100.47	100.47
	Real	0	0	0	102.57	102.57	102.57	102.57	102.57
PER	Estimado	140.66	140.66	140.66	140.66	140.66	140.66	140.66	140.66
	Real	0	0	0	143.59	143.59	143.59	143.59	143.59
DAS	Estimado	180.85	180.85	180.85	180.85	180.85	180.85	180.85	180.85
	Real	0	0	0	20.43	164.11	164.11	164.11	164.11
DDS	Estimado	80.38	80.38	80.38	80.38	80.38	80.38	80.38	80.38
	Real	0	0	0	0	82.05	82.05	82.05	82.05
IQS2	Estimado	40.19	40.19	40.19	40.19	40.19	40.19	40.19	40.19
	Real	0	0	0	0	0	20.51	20.51	20.51

Cuadro 17.19: Recursos acumulados.

- Gráfica de recursos estimados acumulados

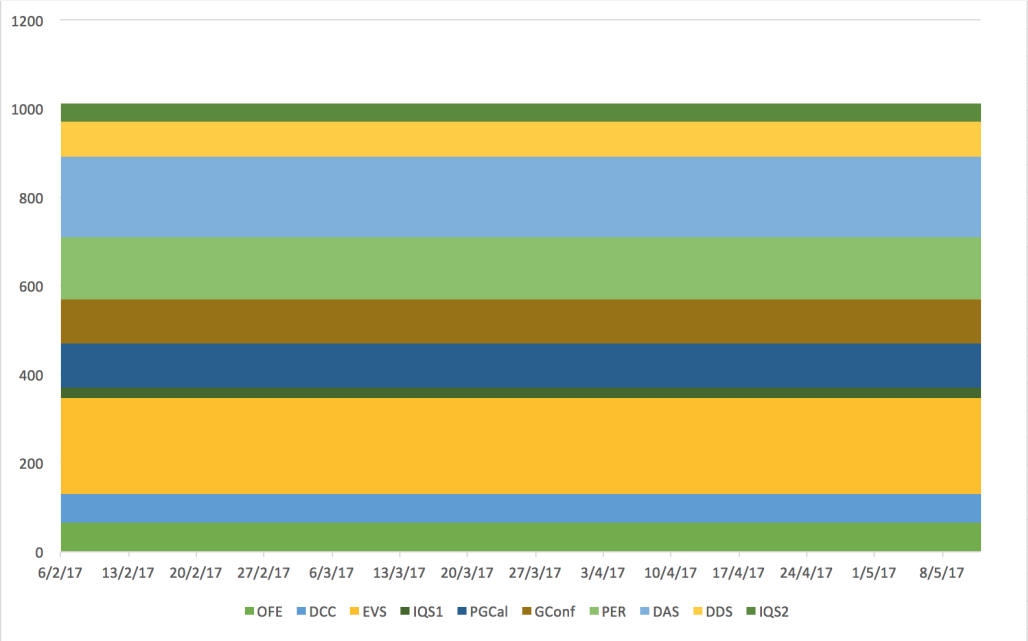


Figura 17.1: Gráfica de recursos estimados acumulados

- Gráfica de recursos reales acumulados

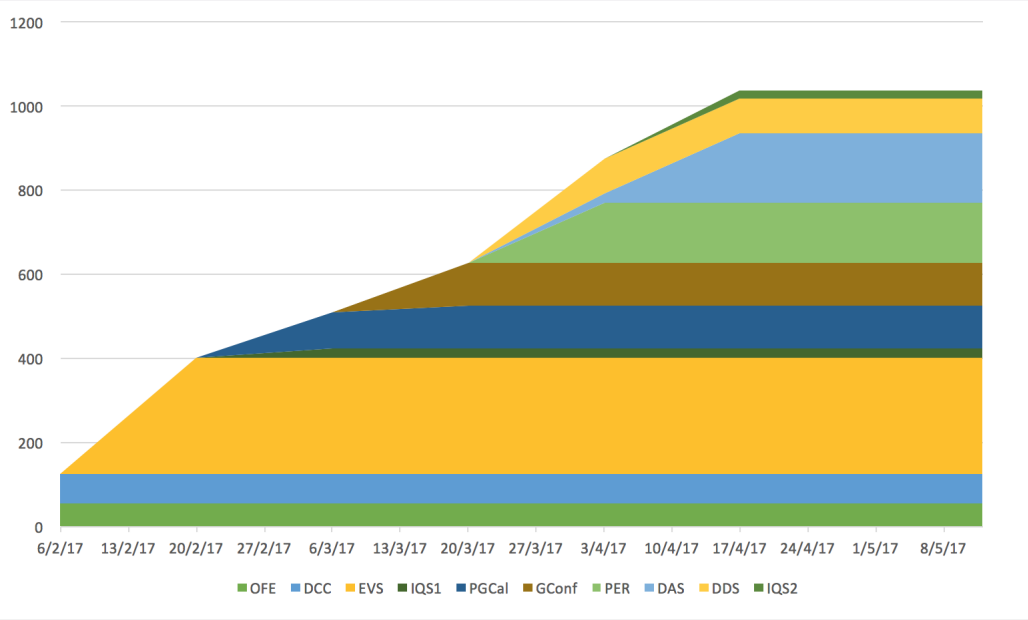


Figura 17.2: Gráfica de recursos reales acumulados

IV Retrasos

En la siguiente tabla se muestran los retrasos leves que se han producido durante las dos últimas semanas, pues tras el reparto de tareas inicial a principios de semana, la fecha de entrega convenida por el director de proyecto es el jueves y muchas de las actividades no quedan terminadas hasta el fin de semana.

Es importante reaccionar ante esta situación pues la fecha de entrega límite de las tareas a realizar cada semana es el domingo a las 23:59 horas.

Hemos sufrido un retraso con el documento EVS de 2 días, pero afortunadamente no ha afectado a nuestra planificación, ya que los trabajadores han conseguido finalizar esa entrega sin que las entregas posteriores sufrieran ningún retraso.

Retraso	Motivo	Acción a tomar
EVS	Excesiva carga de trabajo	Mejor reparto de esta tarea
IQS1	El miembro del equipo implicado está bastante ocupado con otros proyectos	Contactar con la persona implicada y preguntarle si puede terminar a tiempo
GConf	El miembro del equipo implicado está bastante ocupado con otros proyectos	Contactar con la persona implicada y preguntarle si puede terminar a tiempo
Corrección documento de oferta (OFE)	Ningún recurso asignado	Asignar esta tarea a alguien
Corrección de la gestión de configuración (GCONF)	Ningún recurso asignado	Asignar esta tarea a alguien
Corrección de la gestión de calidad (PGCal)	Ningún recurso asignado	Asignar esta tarea a alguien

Cuadro 17.20: Retrasos en el proyecto

V Análisis de riesgos

Es necesario identificar los riesgos para que el gestor del proyecto pueda ir un paso por delante para controlarlos o evitarlos cuando sea posible.

Uno de los métodos existentes para identificar los riesgos es crear una lista de comprobación de elementos de riesgo. Esta se puede utilizar para identificar riesgos y se enfoca en un subconjunto de riesgos conocidos y predecibles en las siguientes subcategorías genéricas:

- **Tamaño del producto:** riesgos asociados con el tamaño general del software a construir o a modificar.
- **Impacto en el negocio:** riesgos asociados con las limitaciones impuestas por la gestión o por el mercado.
- **Características del cliente:** riesgos asociados con la sofisticación del cliente y la habilidad del desarrollador para comunicarse con el cliente en los momentos oportunos.
- **Tecnología a construir:** riesgos asociados con la complejidad del sistema a construir y la tecnología punta que contiene el sistema.

- **Tamaño y experiencia de la plantilla:** riesgos asociados con la experiencia técnica y de proyectos de los ingenieros del software que van a realizar el trabajo.

Una vez definidas las categorías consideradas, se ha procedido a identificar los riesgos asociados a ellas. Para realizar un análisis objetivo, se ha decidido utilizar una herramienta conocida como Tabla de Impacto. Esta herramienta consiste en una tabla en la que se representa el impacto que tiene cada uno de los riesgos identificados para cuatro objetivos del proyecto (coste, tiempo, alcance y calidad).

- **Riesgos del tamaño del producto:**
  - Riesgo-01: Subestimar el tamaño total del proyecto

	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Coste				X	
Tiempo				X	
Alcance					X
Calidad					X

Cuadro 17.21: Riesgo-01.

- **Riesgos del impacto en el negocio:**
  - Riesgo-02: La documentación del proyecto elaborada y ofrecida al cliente tiene una calidad insuficiente

	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Coste			X		
Tiempo			X		
Alcance	X				
Calidad				X	

Cuadro 17.22: Riesgo-02.

  - Riesgo-03: Costos asociados a un retraso en la entrega

	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Coste			X		
Tiempo				X	
Alcance				X	
Calidad			X		

Cuadro 17.23: Riesgo-03.

- **Riesgos relacionados con el cliente:**

- Riesgo-04: El cliente no tiene una idea clara de lo que quiere

	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Coste				X	
Tiempo				X	
Alcance		X			
Calidad			X		

Cuadro 17.24: Riesgo-04.

- Riesgo-05: El cliente no entiende el proceso del software

	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Coste			X		
Tiempo				X	
Alcance		X			
Calidad			X		

Cuadro 17.25: Riesgo-05.

- **Riesgos tecnológicos:**

  - Riesgo-06: Falta de experiencia con la tecnología que se pretende utilizar

	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Coste				X	
Tiempo					X
Alcance				X	
Calidad				X	

Cuadro 17.26: Riesgo-06.

- **Riesgos asociados a la plantilla:**

  - Riesgo-07: Subestimar el número de personas en plantilla requeridas para el proyecto

	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Coste				X	
Tiempo				X	
Alcance			X		
Calidad				X	

Cuadro 17.27: Riesgo-07.

- Riesgo-08: Experiencia o conocimientos del personal insuficientes

	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Coste				X	
Tiempo				X	
Alcance				X	
Calidad				X	

Cuadro 17.28: Riesgo-08.

V.1 Análisis Cualitativo

Para analizar el impacto real de cada uno de los riesgos identificados, se ha decidido representar su impacto en términos monetarios, así como la probabilidad de que dicho suceso se produjera. Para ello nos hemos basado en las probabilidades mostradas en la tabla que se encuentra a continuación. Este método es conocido como Valor Monetario Esperado (VME).

Condiciones Definidas para Escalas de Impacto de un Riesgo sobre los Principales Objetivos del Proyecto (Sólo se muestran ejemplos para impactos negativos)					
	Se muestran escalas relativas o numéricas				
Objetivo del Proyecto	Muy bajo /0.05	Bajo /0.10	Moderado /0.20	Alto /0.40	Muy alto /0.80
Costo	Aumento de costo insignificante	Aumento del costo <10%	Aumento del costo del 10-20%	Aumento del costo del 20-40%	Aumento del costo >40%
Tiempo	Aumento de tiempo insignificante	Aumento del tiempo <5%	Aumento del tiempo del 5-10%	Aumento del tiempo del 10-20%	Aumento del tiempo >20%
Alcance	Disminución del alcance apenas perceptible	Áreas de alcance secundarias afectadas	Áreas de alcance principales afectadas	Reducción del alcance inaceptable para el patrocinador	El elemento final del proyecto es efectivamente inservible
Calidad	Degradación de la calidad apenas perceptible	Sólo se ven afectadas las aplicaciones muy exigentes	La reducción de la calidad requiere la aprobación del patrocinador	Reducción de la calidad inaceptable para el patrocinador	El elemento final del proyecto es efectivamente inservible

Figura 17.3: Tabla de Impactos del Análisis Cualitativo

Riesgo	Impacto (€)	Probabilidad	VME (€)
Riesgo-01	3000	0.3	900
Riesgo-02	1000	0.2	200
Riesgo-03	1500	0.3	450
Riesgo-04	2000	0.2	400
Riesgo-05	500	0.4	200
Riesgo-06	1200	0.1	120
Riesgo-07	2500	0.2	500
Riesgo-08	5000	0.1	500
Total	16700		3270

Cuadro 17.29: Analisis Cualitativo.

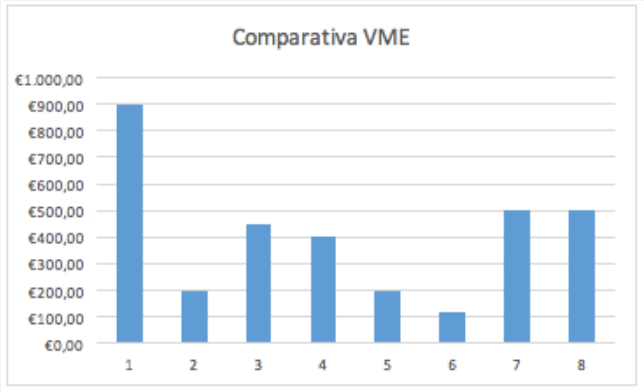


Figura 17.4: Grafico análisis cualitativo

VI Cálculo de la Priorización

En este apartado se ha llevado a cabo una actualización de la planificación, incluyendo las fechas de finalización real si ya se conocen. Esto permitirá tener una visión global acerca del progreso actual del proyecto.

Id	Nombre de tarea	Comienzo	Fin previsto	Fin real
1	Fase de Documentación	mié 01/02/17	vie 03/03/17	14/03/17
2	Oferta y Documento de Control de Costes	mié 01/02/17	vie 03/02/17	lun 06/02/17
3	Estudio de la Viabilidad del Sistema	lun 06/02/17	vie 17/02/17	sáb 18/02/17
4	Plan de Gestión de la Calidad	lun 20/02/17	vie 24/02/17	mar 07/03/17
5	Plan de Gestión de la Configuración	lun 27/02/17	vie 03/03/17	mar 14/03/17
6	Fin de la fase de Documentación	mar 14/03/17	vie 03/03/17	mar 14/03/17
7	Planificación y Especificación de Requisitos	lun 06/03/17	mar 14/03/17	dom 19/03/17
8	Diagrama de Casos de Uso	mié 15/03/17	jue 09/03/17	jue 16/03/17
9	Descripción de Casos de Uso de Alto Nivel	vie 17/03/17	mar 14/03/17	vie 17/03/17
10	Estimación y Priorización	sab 18/03/17	mar 14/03/17	dom 19/03/17
11	Fin de la Planificación	dom 19/03/17	mar 14/03/17	dom 19/03/17
12	Construcción	lun 20/03/17	mié 13/09/17	Pendiente
13	Primera Iteración	lun 20/03/17	vie 12/05/17	vie 12/05/17
14	Análisis	lun 20/03/17	vie 24/03/17	mar 28/03/17
15	Casos de Uso Expandidos	lun 20/03/17	jue 16/03/17	mar 21/03/17
16	Contrato de Operaciones	mié 22/03/17	lun 20/03/17	vie 24/03/17

17	Modelo Conceptual	sab 25/03/17	mié 22/03/17	lun 27/03/17
18	Arquitectura de Sistema	mar 28/03/17	vie 24/03/17	mar 28/03/17
19	Fin de Análisis	mar 28/03/17	vie 24/03/17	mar 28/03/17
20	Diseño	mié 29/03/17	jue 30/03/17	sab 01/04/17
21	Diagrama de Clases	mié 29/03/17	mar 28/03/17	jue 30/03/17
22	Diagrama de Transición de Estados	vie 31/03/17	mar 28/03/17	vie 31/03/17
23	Diagrama de Secuencia	sab 01/04/17	jue 30/03/17	sab 01/04/17
24	Fin Diseño	sab 01/04/17	jue 30/03/17	sab 01/04/17
25	Refinamiento del Plan	lun 03/04/17	vie 31/03/17	lun 03/04/17
26	Sincronización de Modelos	mar 04/04/17	lun 03/04/17	mar 04/04/17
27	Desarrollo	mié 05/04/17	vie 12/05/17	vie 12/05/17
28	Pruebas	mié 05/04/17	lun 08/05/17	mar 09/05/17
29	Fin de la Primera Iteración	vie 12/05/17	vie 12/05/17	vie 12/05/17
30	Segunda Iteración	vie 12/05/17	mar 11/07/17	Pendiente
31	Análisis	vie 12/05/17	mié 24/05/17	Pendiente
32	Casos de Uso Expandidos	vie 12/05/17	lun 15/05/17	Pendiente
33	Contrato de Operaciones	mié 17/05/17	jue 18/05/17	Pendiente
34	Modelo Conceptual	vie 19/05/17	lun 22/05/17	Pendiente
35	Arquitectura de Sistema	mar 23/05/17	mié 24/05/17	Pendiente
36	Fin de Análisis	mié 24/05/17	mié 24/05/17	Pendiente
37	Diseño	jue 25/05/17	mar 30/05/17	Pendiente
38	Diagrama de Clases	jue 25/05/17	vie 26/05/17	Pendiente
39	Diagrama de Transición de Estados	jue 25/05/17	vie 26/05/17	Pendiente
40	Diagrama de Secuencia	lun 29/05/17	mar 30/05/17	Pendiente
41	Fin Diseño	mar 30/05/17	mar 30/05/17	Pendiente
42	Refinamiento del Plan	mié 31/05/17	mié 31/05/17	Pendiente
43	Sincronización de Modelos	mar 30/05/17	mar 30/05/17	Pendiente
44	Desarrollo	mié 31/05/17	mar 11/07/17	Pendiente
45	Pruebas	mié 07/06/17	mar 11/07/17	Pendiente

46	Fin de la Segunda Iteración	mar 11/07/17	mar 11/07/17	Pendiente
47	Tercera Iteración	mié 12/07/17	mié 13/09/17	Pendiente
48	Análisis	mié 12/07/17	vie 21/07/17	Pendiente
49	Casos de Uso Expandidos	mié 12/07/17	jue 13/07/17	Pendiente
50	Contrato de Operaciones	vie 14/07/17	lun 17/07/17	Pendiente
51	Modelo Conceptual	mar 18/07/17	mié 19/07/17	Pendiente
52	Arquitectura de Sistema	jue 20/07/17	vie 21/07/17	Pendiente
53	Fin Análisis	vie 21/07/17	vie 21/07/17	Pendiente
54	Diseño	lun 24/07/17	jue 27/07/17	Pendiente
55	Diagrama de Clases	lun 24/07/17	mar 25/07/17	Pendiente
56	Diagrama de Transición de Estados	lun 24/07/17	mar 25/07/17	Pendiente
57	Diagrama de Secuencia	mié 26/07/17	jue 27/07/17	Pendiente
58	Fin Diseño	jue 27/07/17	jue 27/07/17	Pendiente
59	Refinamiento del Plan	vie 28/07/17	vie 28/07/17	Pendiente
60	Sincronización de Modelos	vie 28/07/17	vie 28/07/17	Pendiente
61	Desarrollo	lun 31/07/17	jue 07/09/17	Pendiente
62	Pruebas	vie 04/08/17	jue 07/09/17	Pendiente
63	Fin de la Tercera Iteración	mié 13/09/17	mié 13/09/17	Pendiente
64	Implantación	mié 13/09/17	vie 15/09/17	Pendiente
65	Impantación	mié 13/09/17	vie 15/09/17	Pendiente
66	Fin del Proyecto	vie 15/09/17	vie 15/09/17	Pendiente

Cuadro 17.30: Planificación

VII Conclusiones

El análisis de la situación presentado recoge la información de la segunda etapa del proyecto, en la que se lleva a cabo una estimación y planificación en profundidad, así como el análisis del sistema y su diseño de implementación. Para llevar a cabo las conclusiones hemos usado la técnica retrospectiva PMI (Plus-Minus-Interesting).

VII.1 Plus

- Hemos observado que la planificación de las tareas realizada en un primer momento ha sido bastante aproximada a la duración real.
- La duración real de algunas tareas ha sido inferior a lo estimado, lo que ha servido de contrabalanza para recuperar el retraso que habíamos obtenido.

VII.2 Minus

- Es fácil observar que las fechas de inicio y finalización reales coinciden en muy pocas ocasiones con las estimadas. Sin embargo, pese a llevar unos días de retraso debidos a ciertos contratiempos, la duración de las tareas estimada concuerda con la real.
- En los casos en los que una tarea ha sido realizada de forma más rápida que lo estimado, hemos notado que las sucesivas tareas son realizadas en el tiempo sobrante de la tarea anterior más el tiempo estimado a la tarea en cuestión. Esto puede ser debido a la tranquilidad de los empleados al contar con más días de los planificados.

VII.3 Interesting

- En los próximos días se convocará una reunión con toda la plantilla en la que el Jefe de Proyecto, Alberto García Hernández, analizará el trabajo individual de cada uno de los integrantes, así como las dificultades obtenidas y las razones por las que no hemos sido capaces de cumplir los plazos estimados. A continuación, se actualizará la planificación de tareas para ajustarla a las nuevas estimaciones.
- Las soluciones que se obtengan como conclusión en esta reunión serán puestas en marcha con carácter inmediato.

Capítulo 18

Estado Actual del Plan de Gestión de la Configuración

I Definición de los EC hasta el momento

En este apartado se incluyen los elementos de configuración detectados en el proyecto hasta el momento actual. A medida que se avance en el desarrollo del proyecto y que se vayan generando nuevos elementos de la configuración, se irán añadiendo. Así, puede verse en la tabla 18.1 los EC generados hasta el momento:

ENTREGA	FECHA	IDENTIFICADOR
Documento de oferta 1	03/03/17	EC0001
Documento de control 1 de costes	03/03/17	EC0002
Estudio de Viabilidad del Sistema 1	24/02/17	EC0003
Documento de oferta 2	24/03/17	EC0004
Documento de control 2 de costes	24/03/17	EC0005
Estudio de Viabilidad del Sistema 2	24/03/17	EC0006
Plan de Calidad	07/04/17	EC0007
Casos de uso de alto nivel	07/04/17	EC0008
Diagrama de casos de uso	07/04/17	EC0009
Matriz de trazabilidad	07/04/17	EC0010
Priorización de casos de uso	07/04/17	EC0011

Continúa en la siguiente página

ENTREGA	FECHA	IDENTIFICADOR
Estimación	07/04/17	EC0012
Planificación y seguimiento	07/04/17	EC0013
Informe quinquenal de seguimiento 1	07/04/17	EC0014
Plan de Gestión de la Configuración	07/04/17	EC0015

Cuadro 18.1: Elementos de Configuración identificados hasta el momento.

II Definición de las relaciones de los actuales EC

Entre los EC descritos en el apartado anterior se detectan las siguientes relaciones.

II.1 Relaciones de sucesión

- EC0001-EC0004-SUC
- EC0002-EC0005-SUC
- EC0003-EC0006-SUC

II.2 Relaciones de derivación

- EC0001-EC0003-DER
- EC0002-EC0004-DER
- EC0004-EC0006-DER
- EC0005-EC0006-DER
- EC0006-EC0009-DER
- EC0008-EC0012-DER
- EC0008-EC0011-DER

II.3 Relaciones de dependencia

- EC0006-EC0009-DEP
- EC0009-EC0008-DEP
- EC0008-EC0012-DEP
- EC0008-EC0011-DEP

II.4 Relaciones de variante

No existen relaciones de variante en estos momentos.

II.5 Relaciones de composición

No existen relaciones de composición en estos momentos.

III Definición de las líneas base actuales

Por último, definimos las líneas base que se han creado hasta el momento. Éstas líneas base pueden estar ya finalizadas o que todavía queden elementos de configuración por incluirse. Es decir, a medida que se vayan incluyendo elementos de configuración en el apartado primero de este anexo se tendrán que ir incluyendo en las líneas base correspondientes. Dichas líneas base puede que ya estén creadas o puede que haya que crear una nueva. Las líneas base generadas hasta el momento son las reflejadas en las tablas 18.2 y 18.3.

Nombre:	Linea base de Documentación
Descripción:	Línea base de la documentación perteneciente a la aplicación de Métrica 3 [5].

Estado:	Abierta	**Fecha de creación:**	05/02/2017
EC0004	Documento de Oferta 2	**EC0005**	Documento de control de costes 2
EC0006	Estudio de la Viabilidad del Sistema 2	**EC0007**	Plan de Calidad
EC0015	Plan de Gestión de la Configuración		

Cuadro 18.2: Línea Base Documentación actual.

Nombre:	Línea Base Planificación y Especificación de requisitos actual
Descripción:	Elementos de configuración pertenecientes a la fase de planificación y especificación de requisitos de la metodología Craig-Larman [6].

Estado:	Abierta	**Fecha de creación:**	27/03/2017
EC0009	Diagrama de casos de uso	**EC0008**	Casos de uso de alto nivel
EC0010	Matriz de trazabilidad	**EC0011**	Priorización de casos de uso
EC0012	Estimación	**EC0013**	Planificación y seguimiento

Cuadro 18.3: Línea Base Planificación y Especificación de requisitos actual.

Índice de figuras

2.1. Fase de construcción 62
2.2. Organigrama del equipo 65
2.3. Horas invertidas por cada miembro del equipo 68

4.1. Diagrama de Casos de uso 88

8.1. Primer gráfico Gantt 114
8.2. Segundo gráfico Gantt 114
8.3. Tercer gráfico Gantt 114
8.4. Parte del diagrama PERT 115

10.1. Gráfico de recursos estimados acumulados 153
10.2. Gráfico de recursos reales acumulados 153
10.3. Tabla de Impactos del Análisis Cualitativo 157
10.4. Grafico análisis cualitativo 158

11.1. Estructura de los sistemas y subsistemas 168
11.2. Esquema de identificación de relación entre ECs. 170
11.3. Procedimiento General de Control de Cambios. 175
11.4. Esquema de identificación de relación entre ECs. 176

13.1. Modelo de Clases 196
13.2. Clases Vehiculo, Notificación 196
13.3. Clases pertenecientes al subsistema SistemaFatiga 197
13.4. Clases pertenecientes al subsistema SistemaLlamadaEmergencia 197
13.5. Clases pertenecientes al subsistema SistemaPuntoCiego 197
13.6. Clases pertenecientes al subsistema SistemaVelocidad 198
13.7. Clases pertenecientes al subsistema SistemaPrecolision 198
13.8. Clases pertenecientes al subsistema SistemaCambioCarril 199

14.1. Diagrama de secuencia para el CDUE-05: *Activar notificación por velocidad máxima* 215
14.2. Diagrama de secuencia para el CDUE-12: *Preparar vehículo para impacto* 216
14.3. Diagrama de secuencia para el CDUE-11: *Activar notificación por riesgo de colisión* 216
14.4. Diagrama de secuencia para el CDUE-13: *Reducir velocidad* 217
14.5. Diagrama de secuencia para el CDUE-03: *Hacer vibrar el volante* 218
14.6. Diagrama de secuencia para el CDUE-04: *Corregir el volante* 219
14.7. Diagrama de secuencia para el CDUE-06: *No Superar Límite de Velocidad* 220

14.8. Diagrama de secuencia para el CDUE-08: *Activar Notificación de Descanso* 220

16.1. Diagrama de estados de la clase Sensor de punto ciego. 239

17.1. Gráfica de recursos estimados acumulados 252
17.2. Gráfica de recursos reales acumulados 252
17.3. Tabla de Impactos del Análisis Cualitativo 256
17.4. Grafico análisis cualitativo 257

Índice de cuadros

0.1. Registro de cambios. 6
0.2. Registro de cambios. 7

1.1. Requisito de interfaz 01 15
1.2. Requisito de interfaz 02 15
1.3. Requisito de interfaz 03 16
1.4. Requisito de interfaz 04 16
1.5. Requisito de interfaz 05 16
1.6. Requisito de interfaz 06 16
1.7. Requisito de interfaz 07 17
1.8. Requisito de interfaz 11 17
1.9. Requisito de interfaz 08 17
1.10. Requisito de interfaz 09 18
1.11. Requisito de interfaz 10 18
1.12. Plantilla requisitos 18
1.13. Requisito funcional 01 20
1.14. Requisito funcional 02 20
1.15. Requisito funcional 03 20
1.16. Requisito funcional 04 21
1.17. Requisito funcional 05 21
1.18. Requisito funcional 06 21
1.19. Requisito funcional 07 22
1.20. Requisito funcional 08 22
1.21. Requisito funcional 09 22
1.22. Requisito funcional 10 23
1.23. Requisito funcional 11 23
1.24. Requisito funcional 12 23
1.25. Requisito funcional 13 24
1.26. Requisito funcional 14 24

1.27. Requisito funcional 15 24
1.28. Requisito funcional 16 25
1.29. Requisito funcional 17 25
1.30. Requisito funcional 18 25
1.31. Requisito funcional 19 26
1.32. Requisito funcional 20 26
1.33. Requisito funcional 21 26
1.34. Requisito funcional 22 27
1.35. Requisito funcional 23 27
1.36. Requisito funcional 24 27
1.37. Requisito funcional 25 28
1.38. Requisito funcional 26 28
1.39. Requisito funcional 27 28
1.40. Requisito funcional 28 29
1.41. Requisito funcional 29 29
1.42. Requisito funcional 30 29
1.43. Requisito funcional 31 30
1.44. Requisito funcional 32 30
1.45. Requisito funcional 33 30
1.46. Requisito funcional 34 31
1.47. Requisito funcional 35 31
1.48. Requisito funcional 36 31
1.49. Requisito funcional 37 32
1.50. Requisito funcional 38 32
1.51. Requisito funcional 39 32
1.52. Requisito funcional 40 33
1.53. Requisito funcional 41 33
1.54. Requisito funcional 42 33
1.55. Requisito funcional 43 34
1.56. Requisito no funcional 01 34
1.57. Requisito no funcional 02 34
1.58. Requisito no funcional 03 35
1.59. Requisito no funcional 04 35
1.60. Requisito no funcional 05 35
1.61. Requisito no funcional 06 36
1.62. Requisito no funcional 07 36
1.63. Requisito no funcional 08 36
1.64. Requisito no funcional 09 37
1.65. Requisito no funcional 10 37
1.66. Requisito no funcional 11 37
1.67. Requisito no funcional 12 38
1.68. Requisito no funcional 13 38
1.69. Requisito no funcional 14 38
1.70. Requisito no funcional 15 39
1.71. Requisito no funcional 16 39

1.72. Requisito no funcional 17 . . . 39
1.73. Requisito no funcional 18 . . . 40
1.74. Especificación de la Alternativa I . . . 44
1.75. Especificación de la Alternativa I . . . 46
1.76. Especificación de la Alternativa III . . . 49
1.77. Valoración del sistema general . . . 51
1.78. Valoración del cambio de carril . . . 52
1.79. Valoración del control del punto ciego . . . 52
1.80. Valoración de la alerta de velocidad . . . 53
1.81. Valoración del sistema de pre-colisión . . . 53
1.82. Selección de la solución . . . 54

2.1. Organización del Proyecto . . . 67
2.2. Jefe de Proyecto . . . 70
2.3. Analista de Sistemas . . . 71
2.4. Analista de Sistemas . . . 72
2.5. Responsable de Gestón de la Configuración . . . 72
2.6. Responsable de Calidad . . . 73
2.7. Programador I . . . 74
2.8. Programadora II . . . 74
2.9. Resúmen de costes totales. . . . 76
2.10. Riesgos y beneficios. . . . 76

3.1. Resumen de personal. . . . 80
3.2. Reparto de horas . . . 81
3.3. Coste de empleados. . . . 81
3.4. Hardware informático. . . . 82
3.5. Software informático. . . . 82
3.6. Material fungible. . . . 83
3.7. Material de pruebas. . . . 83
3.8. Viajes y dietas. . . . 84
3.9. Costes indirectos. . . . 84
3.10. Resúmen de costes totales. . . . 84
3.11. Riesgos y beneficios. . . . 85

4.1. Matriz de Trazabilidad de casos de uso . . . 91

5.1. Formato de las tablas de los casos de uso . . . 93
5.2. Caso de uso de alto nivel 01 . . . 94
5.3. Caso de uso de alto nivel 02 . . . 94
5.4. Caso de uso de alto nivel 03 . . . 95
5.5. Caso de uso de alto nivel 04 . . . 95
5.6. Caso de uso de alto nivel 05 . . . 95
5.7. Caso de uso de alto nivel 06 . . . 96
5.8. Caso de uso de alto nivel 07 . . . 96
5.9. Caso de uso de alto nivel 08 . . . 96

5.10. Caso de uso de alto nivel 09 . . . 97
5.11. Caso de uso de alto nivel 10 . . . 97
5.12. Caso de uso de alto nivel 11 . . . 97
5.13. Caso de uso de alto nivel 12 . . . 98
5.14. Caso de uso de alto nivel 13 . . . 98

6.1. Ponderación de las caracteristicas para los casos de uso . . . 100
6.2. Ponderación de las caracteristicas para los casos de uso . . . 101
6.3. Casos de uso que se realizarán en la primera iteración . . . 101
6.4. Casos de uso que se realizarán en la segunda iteración . . . 102
6.5. Casos de uso que se realizarán en la tercera iteración . . . 102

7.1. Factor de peso de los actores sin ajustar. . . . 104
7.2. Factor de peso de los casos de uso sin ajustar. . . . 104
7.3. Peso de los factores de complejidad técnica. . . . 106
7.4. Peso de los factores ambientales. . . . 106
7.5. Peso de los factores ambientales. . . . 107

8.1. Tabla de la planificación Gantt . . . 113

9.1. Descripción de los riesgos según su origen . . . 118
9.2. Clasificación de los riesgos . . . 118
9.3. Riesgo-01 . . . 119
9.4. Riesgo-02 . . . 119
9.5. Riesgo-03 . . . 119
9.6. Riesgo-04 . . . 120
9.7. Riesgo-05 . . . 120
9.8. Riesgo-06 . . . 120
9.9. Riesgo-07 . . . 121
9.10. Riesgo-08 . . . 121
9.11. Riesgo-09 . . . 121
9.12. Riesgo-10 . . . 122
9.13. Riesgo-11 . . . 122
9.14. Riesgo-12 . . . 122
9.15. Riesgo-13 . . . 123
9.16. Riesgo-14 . . . 123
9.17. Riesgo-15 . . . 123
9.18. Riesgo-16 . . . 124
9.19. Riesgo-17 . . . 124
9.20. Riesgo-18 . . . 125
9.21. Riesgo-19 . . . 125
9.22. Riesgo-20 . . . 125
9.23. Riesgo-21 . . . 126
9.24. Riesgo-22 . . . 126
9.25. Riesgo-23 . . . 127
9.26. Riesgo-24 . . . 127

9.27. Riesgo-25 . . . 128
9.28. Riesgo-26 . . . 128
9.29. Análisis Cualitativo: Impacto de los objetivos . . . 129
9.30. Factor de riesgo . . . 130
9.31. Plan de prevención y recuperación Riesgo-01 . . . 131
9.32. Plan de prevención y recuperación Riesgo-02 . . . 131
9.33. Plan de prevención y recuperación Riesgo-03 . . . 132
9.34. Plan de prevención y recuperación Riesgo-04 . . . 132
9.35. Plan de prevención y recuperación Riesgo-05 . . . 132
9.36. Plan de prevención y recuperación Riesgo-06 . . . 133
9.37. Plan de prevención y recuperación Riesgo-07 . . . 133
9.38. Plan de prevención y recuperación Riesgo-08 . . . 133
9.39. Plan de prevención y recuperación Riesgo-09 . . . 134
9.40. Plan de prevención y recuperación Riesgo-10 . . . 134
9.41. Plan de prevención y recuperación Riesgo-11 . . . 134
9.42. Plan de prevención y recuperación Riesgo-12 . . . 135
9.43. Plan de prevención y recuperación Riesgo-13 . . . 135
9.44. Plan de prevención y recuperación Riesgo-14 . . . 135
9.45. Plan de prevención y recuperación Riesgo-15 . . . 136
9.46. Plan de prevención y recuperación Riesgo-16 . . . 136
9.47. Plan de prevención y recuperación Riesgo-17 . . . 136
9.48. Plan de prevención y recuperación Riesgo-18 . . . 137
9.49. Plan de prevención y recuperación Riesgo-19 . . . 137
9.50. Plan de prevención y recuperación Riesgo-20 . . . 137
9.51. Plan de prevención y recuperación Riesgo-21 . . . 138
9.52. Plan de prevención y recuperación Riesgo-22 . . . 138
9.53. Plan de prevención y recuperación Riesgo-23 . . . 139
9.54. Plan de prevención y recuperación Riesgo-24 . . . 139
9.55. Plan de prevención y recuperación Riesgo-25 . . . 140
9.56. Plan de prevención y recuperación Riesgo-26 . . . 140

10.1. Tareas Finalizadas. . . . 146
10.2. Actividades en marcha. . . . 146
10.3. Actividades a comenzar. . . . 147
10.4. Grado de avance . . . 147
10.5. Alberto:Horas respecto al total del proyecto. . . . 148
10.6. Alberto:Periodo contemplado en este informe. . . . 148
10.7. Juan:Horas respecto al total del proyecto. . . . 148
10.8. Juan:Periodo contemplado en este informe. . . . 149
10.9. Daniel:Horas respecto al total del proyecto. . . . 149
10.10Daniel:Periodo contemplado en este informe. . . . 149
10.11CarlosOSM:Horas respecto al total del proyecto. . . . 150
10.12CarlosOSM:Periodo contemplado en este informe. . . . 150
10.13CarlosTS:Horas respecto al total del proyecto. . . . 150
10.14CarlosTS:Periodo contemplado en este informe. . . . 151

10.15Adriana:Horas respecto al total del proyecto. . . . 151
10.16Adriana:Periodo contemplado en este informe. . . . 151
10.17Irina:Horas respecto al total del proyecto. . . . 152
10.18Irina:Periodo contemplado en este informe. . . . 152
10.19Recursos acumulados. . . . 152
10.20Retrasos en el proyecto. . . . 154
10.21Riesgo-01. . . . 155
10.22Riesgo-02. . . . 155
10.23Riesgo-03. . . . 155
10.24Riesgo-04. . . . 155
10.25Riesgo-05. . . . 156
10.26Riesgo-06. . . . 156
10.27Riesgo-07. . . . 156
10.28Riesgo-08. . . . 156
10.29Analisis Cualitativo. . . . 157
10.30Planificación. . . . 160

11.1. Responsabilidades. . . . 166
11.2. Elementos de Configuración. . . . 169
11.3. Ejemplo de la Descripción de un EC. . . . 170
11.4. Ejemplo de una Línea Base. . . . 171

12.1. Formato de las tablas de los casos de uso en formato expandido. . . . 178
12.2. Caso de uso en formato expandido 05 . . . 181
12.3. Caso de uso en formato expandido 12 . . . 182
12.4. Caso de uso en formato expandido 11 . . . 183
12.5. Caso de uso en formato extendido 13 . . . 184
12.6. Caso de uso en formato expandido 09 . . . 185
12.7. Caso de uso en formato expandido 03 . . . 186
12.8. Caso de uso en formato expandido 04 . . . 187
12.9. Caso de uso en formato expandido 06 . . . 189
12.10Caso de uso en formato expandido 08 . . . 190
12.11Caso de uso en formato expandido 01 . . . 191
12.12Caso de uso en formato expandido 02 . . . 192
12.13Caso de uso en formato expandido 07 . . . 193
12.14Caso de uso en formato expandido 10 . . . 194

13.1. Formato de las tablas de las clases del modelo conceptual. . . . 199
13.2. Clase Vehículo . . . 200
13.3. Clase SistemaPuntoCiego . . . 201
13.4. Clase SensorPuntoCiego . . . 201
13.5. Clase Intermitente . . . 202
13.6. Clase SistemaCambioCarril . . . 203
13.7. Clase SensorCambioCarril . . . 203
13.8. Clase Trayectoria . . . 204
13.9. Clase Volante . . . 205

13.10Clase SistemaAlertaVelocidad . . . 206
13.11Clase Vía . . . 207
13.12Clase BaseDeDatos . . . 207
13.13Clase SensorAlertaVelocidad . . . 208
13.14Clase Señal . . . 208
13.15Clase Velocidad . . . 209
13.16Clase SistemaPreColisión . . . 210
13.17Clase SensorColisión . . . 210
13.18Clase SistemaFatiga . . . 211
13.19Clase SensorFatiga . . . 211
13.20Clase SistemaLlamadaEmergencia . . . 212
13.21Clase Mensaje . . . 213
13.22Clase Freno . . . 213
13.23Clase Notificación . . . 214

15.1. Formato de las tablas para los contratos de operacion. . . . 221
15.2. CO-01. . . . 221
15.3. CO-02. . . . 222
15.4. CO-03. . . . 222
15.5. CO-04. . . . 222
15.6. CO-05. . . . 223
15.7. CO-06. . . . 223
15.8. CO-07. . . . 223
15.9. CO-08. . . . 224
15.10CO-10. . . . 224
15.11CO-11. . . . 224
15.12CO-12. . . . 225
15.13CO-13. . . . 225
15.14CO-14. . . . 225
15.15CO-15. . . . 226
15.16CO-16. . . . 226
15.17CO-17. . . . 226
15.18CO-18. . . . 227
15.19CO-19. . . . 227
15.20CO-20. . . . 227
15.21CO-21. . . . 228
15.22CO-22. . . . 228
15.23CO-23. . . . 228
15.24CO-24. . . . 229
15.25CO-25. . . . 229
15.26CO-26. . . . 229
15.27CO-27. . . . 230
15.28CO-28. . . . 230
15.29CO-29. . . . 230
15.30CO-30. . . . 231

15.31CO-31. 231
15.32CO-32. 231
15.33CO-33. 232
15.34CO-34. 232
15.35CO-35. 232
15.36CO-36. 233
15.37CO-37. 233
15.38CO-38. 233
15.39CO-39. 234
15.40CO-40. 234
15.41CO-41. 234
15.42CO-42. 235
15.43CO-43. 235
15.44CO-44. 235
15.45CO-45. 236
15.46CO-46. 236
15.47CO-47. 236
15.48CO-48. 237

17.1. Tareas Finalizadas. 242
17.2. Actividades en marcha. 243
17.3. Actividades a comenzar. 243
17.4. Grado de avance. 243
17.5. Alberto:Horas respecto al total del proyecto. 244
17.6. Alberto:Periodo contemplado en este informe. 244
17.7. Juan:Horas respecto al total del proyecto. 245
17.8. Juan:Periodo contemplado en este informe. 245
17.9. Daniel:Horas respecto al total del proyecto. 246
17.10Daniel:Periodo contemplado en este informe. 246
17.11CarlosOSM:Horas respecto al total del proyecto. 247
17.12CarlosOSM:Periodo contemplado en este informe. 247
17.13CarlosTS:Horas respecto al total del proyecto. 248
17.14CarlosTS:Periodo contemplado en este informe. 248
17.15Adriana:Horas respecto al total del proyecto. 249
17.16Adriana:Periodo contemplado en este informe. 249
17.17Irina:Horas respecto al total del proyecto. 250
17.18Irina:Periodo contemplado en este informe. 250
17.19Recursos acumulados. 251
17.20Retrasos en el proyecto 253
17.21Riesgo-01. 254
17.22Riesgo-02. 254
17.23Riesgo-03. 254
17.24Riesgo-04. 255
17.25Riesgo-05. 255
17.26Riesgo-06. 255

17.27Riesgo-07. 255
17.28Riesgo-08. 256
17.29Analisis Cualitativo. 256
17.30Planificación 259

18.1. Elementos de Configuración identificados hasta el momento. 262
18.2. Línea Base Documentación actual. 263
18.3. Línea Base Planificación y Especificación de requisitos actual. 263

Bibliografía

[1] D. K. Electronics, "Digi key electronics - products," 1995-2017. [Web; accedido el 25-feb-2017].

[2] CocheOBD, "Cocheobd2.es," 2017. [Web; accedido el 25-feb-2017].

[3] N. Instruments, "Machine vision cameras for ieee 1394," 2009. [Web; accedido el 25-feb-2017].

[4] N. Instruments, "National instruments - cámaras ieee 1394," 2009. [Web; accedido el 25-feb-2017].

[5] U. C. I. de Madrid, Revisión de Métrica Versión 3. Versión subida en www.aulaglobal.uc3m.es.

[6] X. F. Grau and M. I. S. Segura, "Desarrollo orientado a objetos con uml," Facultad de Informática - UPM; Escuela Politécnica Superior - UC3M, vol. 1, 2008.

[7] I. C. S. S. E. S. Committee and I.-S. S. Board, "Ieee recommended practice for software requirements specifications," Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1998.