

Universidad Internacional de La Rioja (UNIR)

Escuela de Ingeniería

**Máster universitario en Diseño y Gestión de
Proyectos Tecnológicos**

Sistema de Gestión Urbana Inteligente del Aparcamiento (Si-GUIA)

Trabajo Fin de Máster

Presentado por: Valentín Zaera, Mercedes

Director: Pedraza Gómara, Luis

Ciudad: Madrid

Fecha: 22 Julio 2016

Resumen

El objetivo principal de este Trabajo de Fin de Máster es la elaboración de una propuesta de financiación dirigida al programa Horizonte 2020 que promueve La Unión Europea. Se ha elegido una convocatoria enmarcada bajo el pilar de Retos Sociales y asociada al Programa de Trabajo “Transporte inteligente, verde e integrado”.

Para concurrir a esta convocatoria de financiación se presenta como idea de proyecto la creación de un sistema de asistencia al aparcamiento de vehículos en superficie para zonas urbanas. Está basado en la monitorización de las plazas disponibles mediante un sistema de drones autónomos que enviarán la señal recibida a un servidor central desde donde se procesará y se enviará a diferentes aplicaciones (app móvil, paneles informativos, aplicación web, etc.). La finalidad es que los ciudadanos puedan aprovecharse de esta información y les permita ahorrar tiempo en la búsqueda de aparcamiento, reducir las emisiones y lograr una movilidad sostenible en las zonas urbanas tal y como propone el asunto específico de la llamada.

Palabras Clave: Aparcamiento inteligente, ciudad inteligente, movilidad, dron, H2020

Abstract

The main objective of this Master's Thesis is the development of a proposal for the European Funding Program “Horizon 2020”. It was chosen a call under the Societal Challenges Pillar and associated to the Work Programme "Smart, green and integrated transport".

In order to attend this call, it is considered the project idea of creating a car parking assistance system for urban areas based on monitoring of free slots by means of a system of drones (UAV) which will send the signal to a central server where it would be processed and sent to de final user applications, such as mobile app, information panels, internet, etc. This will allow citizens take advantage of this information in order to save the time they are now spending looking for a parking lot, reduce gas emissions and achieve sustainable mobility in urban areas as it is proposed by the specific topic of the call.

Keywords: Smart parking, smart city, smart mobility, drone, H2020

Índice de contenidos

Resumen	2
Abstract.....	2
Índice de contenidos	3
Índice de ilustraciones	6
Índice de tablas	7
Índice de cuadros	8
1 INTRODUCCIÓN	9
1.1 OBJETIVO GENERAL	9
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
1.3 CONVOCATORIA	11
1.4 CONSORCIO	14
1.5 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO	16
2 CONTEXTO	18
2.1 ESTADO DEL ARTE	19
2.2 CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS ESTADO DEL ARTE.....	28
3 PARTE A – FORMULARIOS ADMINISTRATIVOS.....	31
3.1 INFORMACIÓN GENERAL	31
3.2 LISTA DE PARTICIPANTES	32
3.3 DATOS ADMINISTRATIVOS DE PARTICIPANTES	33

3.4	PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA	37
3.4.1	Acciones de Investigación e Innovación	37
3.4.2	Acciones de Innovación	38
3.5	INFORME ÉTICO	42
3.5.1	Participación humana	43
3.5.2	Medioambiente, salud y seguridad	43
3.5.3	Datos personales	43
3.5.4	Mal uso	44
4	PARTE B – PROPUESTA TÉCNICA	45
4.1	EXCELENCIA	45
4.1.1	Objetivos	45
4.1.2	Relación con el programa de trabajo	48
4.1.3	Conceptos y metodología	48
4.1.3.1	Conceptos	48
4.1.3.2	Metodología	51
4.1.4	Ambición	64
4.2	IMPACTO	66
4.2.1	Impacto esperado	66
4.2.2	Medidas para maximizar el impacto	67
4.2.2.1	Comunicación y difusión	67
4.2.2.2	Explotación de los resultados	71
4.3	IMPLEMENTACIÓN	71
4.3.1	Plan de trabajo, paquetes de trabajo y entregables	71
4.3.1.1	Paquete de trabajo 1 – Gestión y coordinación del proyecto	73
4.3.1.2	Paquete de trabajo 2 – Estudio de viabilidad	74
4.3.1.3	Paquete de trabajo 3 – Diseño y construcción del sistema	76
4.3.1.4	Paquete de trabajo 4 – Implantación del sistema	78

4.3.1.5	Paquete de trabajo 5 – Divulgación y explotación	79
4.3.2	Estructura de gestión, procedimientos y riesgos	81
4.3.2.1	Estructura de gestión.....	81
4.3.2.2	Procedimientos.....	82
4.3.2.3	Riesgos	85
4.3.3	Descripción del consorcio en conjunto	88
4.3.4	Recursos necesarios	88
4.3.4.1	Humanos.....	88
4.3.4.2	Materiales y técnicos	92
4.4	MIEMBROS DEL CONSORCIO.....	93
4.4.1	Participantes.....	93
4.4.1.1	INTEGR4LL.....	93
4.4.1.2	UC-UNIMI.....	93
4.4.1.3	RECREDI-SEC	94
4.4.1.4	METADRONICA	94
4.4.1.5	AYAL.....	94
4.4.2	Terceras partes.....	95
5	CONCLUSIONES.....	97
	REFERENCIAS Y ENLACES	99
	GLOSARIO	101

Índice de ilustraciones

Figura 1. Ranking de ciudades inteligentes según IESE Cities in Motion 2016.....	20
Figura 2. Maqueta de un aparcamiento robotizado	22
Figura 3. Aplicación wazypark.....	23
Figura 4. Aparcamiento inteligente basado en sensores instalados en suelo	24
Figura 5. Aparcamiento basado en sensores instalados en farolas	25
Figura 6. WeGo&Park. Cámara de vigilancia de aparcamiento	26
Figura 7. WeGo&Park. Aparcamiento vigilado por cámaras	26
Figura 8. Esquema de Smart Parking con red de drones.	28
Figura 9. Distribución de costes por socio	41
Figura 10. Dron con cámara incorporada	51
Figura 11. Infografía de ciudad con smart parking basado en drones.....	65
Figura 12. Logo del proyecto Si-GUIA.....	68
Figura 13. Estructura de gestión del proyecto	81
Figura 14. Consorcio y funciones de los socios.....	88
Figura 15. Porcentaje de participación de socios en el proyecto	90
Figura 16. Porcentaje de participación de los socios por WP	91
Figura 17. Peso de los paquetes de trabajo en el proyecto	92

Índice de tablas

Tabla 1. Presupuesto de la convocatoria.....	13
Tabla 2. Lista de participantes.....	33
Tabla 3. Datos administrativos INTEGR4LL (Coordinador)	33
Tabla 4. Datos administrativos UC-UNIMI	34
Tabla 5. Datos administrativos RECREDI-SEC	35
Tabla 6. Datos administrativos METADRONICA	35
Tabla 7. Datos administrativos Ayuntamiento de Alcobendas	36
Tabla 8. Datos del responsable de la propuesta.....	36
Tabla 9. Resumen del presupuesto de actividades de Investigación e Innovación	38
Tabla 10. Resumen del presupuesto de actividades de innovación.....	40
Tabla 11. Acciones de divulgación del proyecto	70
Tabla 12. Cronograma del proyecto	72
Tabla 13. WP1. Gestión y coordinación del proyecto	74
Tabla 14. WP2. Estudio de viabilidad	75
Tabla 15. WP3 - Diseño y construcción del sistema.....	78
Tabla 16. WP4. Implantación del sistema.....	79
Tabla 17. WP5. Divulgación y explotación.....	80
Tabla 18. Análisis de Riesgos utilizando metodología AMFE	87
Tabla 19. Distribución de recursos humanos por categoría y socio	88
Tabla 20. Distribución detallada de la dedicación del equipo por tareas.....	90

Índice de cuadros

Cuadro 1. Extracto del reto específico de la convocatoria	12
Cuadro 2. Extracto del alcance de la convocatoria.....	13
Cuadro 3. Extracto del impacto esperado de la convocatoria	13
Cuadro 4. Extracto de previsión de solicitud de financiación por proyecto.....	14

1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta la idea general del proyecto, los objetivos que se pretenden alcanzar y se describe la estructura del documento.

En líneas generales, el proyecto aborda el aparcamiento como uno de los problemas de la movilidad urbana, entendiendo ésta como la necesidad o voluntad de los ciudadanos de moverse por la ciudad.

Cuando se aplican soluciones de tecnologías de la información para resolver problemas de movilidad urbana de forma sostenible, se dice que estamos ante una movilidad urbana inteligente o “smart mobility”.

La “smart mobility” constituye uno de los ámbitos sobre los que opera la “smart city” o ciudad inteligente, la cual se ha concebido como aquella ciudad que utiliza la tecnología para prestar de forma más eficiente los servicios urbanos y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.(PWC, IE Business School, & Telefónica, 2014)”.

Uno de los actores más relevantes dentro del mundo de las smart cities es el llamado “smart citizen” o ciudadano inteligente, quien está cambiando su forma de vivir en la ciudad, obteniendo experiencias más gratificantes a partir de la interacción de y con los diferentes servicios urbanos. Él es el gran beneficiario de la nueva realidad que se está abriendo camino y que tendrá un gran impacto en la gestión municipal.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Debido al incremento del número de vehículos motorizados en el interior de las ciudades y la creciente dificultad a la hora de encontrar aparcamiento en el centro de las mismas se propone la realización de un trabajo de investigación sobre un sistema de gestión inteligente del aparcamiento público basado en la monitorización y caracterización del espacio realizada por una red de vehículos aéreos no tripulados (UAV, Unmanned Aerial Vehicle) o drones que permitan detectar si una plaza está libre u ocupada, su posición GPS, el tamaño de la misma, si se trata de una plaza de movilidad reducida, de carga y descarga, de tiempo de estacionamiento limitado por horas, etc. Esta información se enviará a un servidor central donde se realizará un tratamiento de la misma y se pondrá disponible en una plataforma de interoperabilidad. Esta información podrá ser explotada por sistemas externos como pueden ser aplicaciones móviles, navegadores GPS, paneles luminosos, etc.

Como complemento de este proyecto se propone la creación de una utilidad a modo de API que podrá ser aprovechada por los desarrolladores de otros sistemas de navegación GPS para incorporar la información que proporciona Si-GUIA. La gran ventaja de este complemento está en que permitirá a los usuarios disfrutar de la información de aparcamiento facilitada por Si-GUIA de forma transparente, es decir, no tendrán que instalarse nuevas aplicaciones en sus dispositivos, sino que la mera actualización automática de sus aplicaciones de navegación GPS de referencia lo incluirán como una nueva funcionalidad.

Como resumen de todo lo anterior se puede afirmar que el sistema propuesto tiene como objetivo principal **asistir al usuario en la labor de búsqueda de plazas de aparcamiento públicas disponibles y cercanas a una ubicación determinada.**

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcanzar el objetivo general se pondrán en marcha trabajos orientados a cumplir una serie de objetivos más específicos, como son:

- **Monitorizar** el espacio disponible para el aparcamiento en una zona determinada.
- **Planificar rutas**, permitiendo dirigir hacia un parking en destino, de forma que, cuando el móvil se encuentre próximo al destino, el sistema busque plazas de aparcamiento libres y cercanas y recalcule la ruta para llegar a ellas. Si la plaza en cuestión es ocupada antes de que llegue el usuario, el sistema redirigirá al usuario hasta la siguiente plaza libre más cercana.
- **Utilizar y optimizar algoritmos** de visión artificial cuyo procesamiento permitirá al usuario disfrutar de una información más rápida y precisa.
- Ofrecer la información por **varios canales** para ampliar el abanico de usuarios que puedan acceder a ella.
- Ofrecer la información del **estado de ocupación** de las plazas de aparcamiento actualizada en tiempo real.
- Utilizar tecnologías emergentes (UAVs o **drones**) para usos novedosos dentro del ámbito de las ciudades, de forma controlada y segura.
- **Cumplir la normativa legal** en materia de circulación vial y uso de aparatos electrónicos durante la marcha (DGT, 2014). Por este motivo se ha previsto la incorporación de instrucciones vocales en las aplicaciones móviles que faciliten al usuario la utilización de las aplicaciones sin interrumpir la atención prestada a la vía pública, a otros vehículos y a peatones.

- **Fomentar el uso de las nuevas tecnologías** por parte de los ciudadanos contribuyendo a la constitución de una sociedad más informada.

El resultado final será un piloto desplegado en un área delimitada, controlada y alejada del centro del municipio de Alcobendas, ciudad cuyo Ayuntamiento se ha mostrado interesado en el proyecto desde sus orígenes y ha colaborado activamente facilitando todos los medios a su alcance.

Con este piloto se pretende demostrar la viabilidad del proyecto para su aplicación en otros escenarios, un proyecto que proporciona una solución sostenible a algunos de los problemas generados por la creciente densidad de población en las ciudades reduciendo la circulación no útil de vehículos y la congestión del tráfico, disminuyendo el tiempo invertido en aparcar, ahorrando combustible, reduciendo las emisiones de elementos contaminantes y cuidando el medioambiente, lo que contribuirá a una mejora apreciable en la calidad de vida de los ciudadanos.

El resultado final, en cifras, que se desea obtener como consecuencia de la implantación del este proyecto se ha estimado en:

1. Aumento de la satisfacción de los usuarios en un 25%.
2. Reducción de un 30% de las emisiones de gas durante la búsqueda de aparcamiento.
3. Incremento de un 15% de la liquidez de las administraciones públicas por reducción del gasto y aumento de ingresos.
4. Aumento de los beneficios del pequeño comercio en un 8%.
5. Disminución de la siniestralidad por accidentes de tráfico urbano en un 10%.
6. Reducción del número de vehículos en circulación improductiva por la zona de estudio en un 30%.
7. Incremento de la percepción de los ciudadanos de salubridad del aire en un 15% en las inmediaciones de las zonas de aplicación.

Se considerará que el proyecto ha resultado un éxito cuando se cumplan al menos cuatro de los siete objetivos marcados.

1.3 CONVOCATORIA

La elaboración de este trabajo está orientada a la participación en una convocatoria pública de financiación del programa Horizonte 20220. En concreto se ha elegido la llamada H2020-**MG-2016-2017, Smart, Green and integrated transport** y el tópico **MG-4.1-2017 Increasing the take up and scale-up of innovative solutions to achieve sustainable**

mobility in urban áreas¹ (Mejora de la asimilación y el escalado de soluciones innovadoras para lograr una movilidad sostenible en áreas urbanas). Se trata de una acción de innovación (Innovation Action, IA) organizada en dos etapas, cuya fecha de apertura es el próximo 20 de septiembre de 2016 y las fechas límite son el 26 de enero de 2017 para la primera etapa y el 19 de octubre de 2017 para la segunda etapa, en ambos casos a las 17h del horario europeo (zona horaria de Bruselas).

Para la realización de este documento se han tenido en cuenta las especificaciones requeridas por la convocatoria, dando respuesta a todas ellas a lo largo de los capítulos 3 y 4, en los cuales se desarrollarán los objetivos específicos del proyecto mencionados anteriormente.

A continuación se muestra un extracto del reto específico, el ámbito o alcance de trabajo y el impacto esperado que persigue la convocatoria seleccionada para la presentación de este proyecto:

“Specific Challenge:

*Many innovative solutions (supported by STEER², CIVITAS, national, regional, local, international and other initiatives) for sustainable urban mobility were locally developed or developed as self-standing projects in a variety of social, economic and geographical contexts. **The specific challenge is to increase the take up of innovative solutions by transferring them to new contexts and studying and comparing the impacts.** Special attention should be paid to social issues and implications. Where relevant, potential gender differences should be investigated.”*

Cuadro 1. Extracto del reto específico de la convocatoria

Ya que el reto específico está dirigido a acciones que contribuyan a aumentar la asimilación de soluciones innovadoras adaptándolas a nuevas situaciones y comparando su impacto, se hará hincapié en los aspectos sociales y sus implicaciones.

“Scope:

Proposals should address one or several of the following domains:

...

¹ Enlace a la convocatoria

<https://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/topics/2111-mg-4.1-2017.html>

² STEER: Transport Strand of the Intelligent Energy Europe Programme

—Optimizing the use of existing infrastructure and vehicles: this may include smart pricing of parking, public transport and road use; increasing load factors and **making the last mile more efficient in urban freight transport**; integration between urban freight and passengers transport networks within appropriate city and transport planning governance; innovative use of passenger transport means; planning for increasing the resilience of the urban transport system to extreme weather events.

—Optimizing design and use of multi-modal hubs and terminals for passengers and freight; integration of systems, **(sustainable) modes and 'mobility as a service'**, more efficient transfers; transformation of districts; multi-purpose use of space for vehicles.

...

Cuadro 2. Extracto del alcance de la convocatoria

El proyecto Si-GUIA, con su solución de recálculo de rutas al aproximarse al destino para encontrar la plaza de aparcamiento más cercana contribuye a hacer más eficiente el último tramo del transporte. Por otra parte, se considera una forma de movilidad como servicio o “mobility as a service” (MaaS) al consistir en una herramienta de asistencia al aparcamiento de vehículos.

“Expected Impact:

... Actions will **demonstrate** how their **activities will lead to faster, more cost-effective and larger scale deployment of a range of innovative** (technological and non-technological) **solutions/approaches to achieve sustainable mobility in urban areas**. Possible (technological and non-technological) barriers and ways to overcome them should be identified and addressed by actions.”

Cuadro 3. Extracto del impacto esperado de la convocatoria

El piloto resultante de este proyecto ayudará a demostrar la eficiencia de la solución planteada para conseguir una movilidad sostenible en áreas urbanas.

En cuanto al presupuesto, La Comisión Europea ha previsto una dotación económica de 22 millones de euros según se puede apreciar en la tabla indicada a continuación, extraída de la página oficial de la convocatoria.

Topic	Budget (EUR) Año 2016	Budget (EUR) Año 2017	Etapas	Fecha de apertura	Fecha límite
MG-4.2-2017 – IA		22.000.000	2 etapas	20/09/2016	26/01/2017
MG-4.1-2017 – IA					19/10/2017

Tabla 1. Presupuesto de la convocatoria

Un último apunte de la descripción de la convocatoria indica que las propuestas que soliciten financiación de la Unión Europea deben estar presupuestadas en una banda de referencia de entre 2 y 5 millones de euros cada una para considerar que pueden ser ejecutadas adecuadamente:

*“The Commission considers that proposals requesting a contribution from the EU of **between EUR 2 to 5 million each would allow this specific challenge** to be addressed appropriately. Nonetheless, this does not preclude submission and selection of proposals requesting other amounts.”*

Cuadro 4. Extracto de previsión de solicitud de financiación por proyecto

Dado que el proyecto Si-GUIA se ha presupuestado está en torno a los 2 millones de euros, se considera incluido dentro del rango elegible considerado por la Comisión Europea.

La solución propuesta, por tanto, cumple las restricciones de reto, alcance, impacto y presupuesto impuestas por la convocatoria elegida, razón por la que se considera adecuada para la presentación de este proyecto.

1.4 CONSORCIO

Para la realización del proyecto se requiere un equipo humano formado por profesionales expertos en diferentes materias, como son:

- Gestión y liderazgo de equipos
- Desarrollo de aplicaciones J2EE
- Seguridad en redes de telecomunicación
- Algoritmos de cálculo optimizado de rutas
- Algoritmos de machine learning o aprendizaje automático
- Visión artificial
- Vuelo autónomo y mantenimiento de drones
- Legislación general y aplicada a las TIC en particular
- Ordenación del tráfico urbano
- Experiencia de usuario
- Divulgación y explotación de resultados

Por ello se propone la formación de un consorcio o asociación de entidades públicas y privadas que aglutine el conocimiento en estas materias, el interés por el proyecto y el deseo de trabajar en colaboración bajo la tutela de un coordinador único y a merced de las

instrucciones dictadas por la Unión Europea en las bases de la convocatoria y en las revisiones periódicas del proyecto.

Tras una búsqueda exhaustiva en la web de Cordis³ recomendada por la Comisión Europea, después de la realización de varias entrevistas a los candidatos y en base a la reputación de las diferentes organizaciones según el éxito obtenido en proyectos realizados anteriormente, se ha elegido un consorcio compuesto por:

1. SOLUCIONES INTEGRALES DE URBANISMO (INTEGR4LL)

Multinacional española ficticia, dedicada a la consultoría tecnológica y la ingeniería civil. Ha implementado con éxito sistemas avanzados de movilidad urbana en varias ciudades de Europa. Será la encargada de la coordinación del proyecto, además de liderar otros paquetes de trabajo.

2. UNITÀ DI CALCOLO - UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO (UC-UNIMI)

Universidad italiana que forma parte de la LERU (League of European Research Universities). Participará de forma ficticia en la creación de algoritmos de cálculo de rutas óptimas utilizando técnicas metaheurísticas y técnicas de machine learning.

3. RECREDI-SEC

Centro de Referencia de Investigación Desarrollo e Innovación con sede en Lisboa. Es una entidad portuguesa ficticia, cuyo negocio está orientado a la seguridad de las redes de telecomunicación. Su papel en el proyecto estará enfocado en la captura e interpretación de imágenes utilizando técnicas de visión artificial. Se encargará del tratamiento y análisis de las imágenes capturadas por los drones así como de la caracterización de la zona analizada. Otra de sus especialidades es la seguridad en redes de telecomunicación, por lo que también aportará al proyecto el desarrollo de protocolos y configuración de red para establecer la comunicación entre los distintos componentes del sistema garantizando la seguridad y protección de datos sensibles.

³ <https://cordis.europa.eu/partners/web/guest>

4. META-DRONICA

Compañía alemana ficticia. Tiene la patente de ESQUIVA, un sistema de máxima fiabilidad capaz de detectar y bordear obstáculos en vuelo. Será el encargado de desarrollar la programación del vuelo de los drones evitando obstáculos tanto en su trayectoria como en la visibilidad de las imágenes recogidas por sus cámaras. También se encargará del mantenimiento de los drones.

5. AYUNTAMIENTO DE ALCOBENDAS, (AYAL)

Ciudad española interesada en acoger el proyecto piloto y participar activamente en la mejora del sistema mediante la realización de pruebas de usuario. Aporta también conocimiento en gestión del tráfico urbano, que junto con la retroalimentación de experiencia de usuario se aprovechará para la optimización del sistema.

1.5 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

El resto del documento se organiza según se indica a continuación:

El capítulo 2 presenta el **contexto** en el que se enmarca el proyecto, se hace una introducción a las smart cities y a la smart mobility. Se describe la situación actual del problema del aparcamiento en las ciudades y los últimos avances al respecto en España y en Europa y por último se da un avance de la solución propuesta utilizando drones estableciendo una base teórica y legal del uso de los mismos en las ciudades. Para finalizar, se indica el valor añadido que se pretende ofrecer a la sociedad con la implantación del sistema propuesto.

Los capítulos 3 y 4 conforman la propuesta formal del proyecto que se va a presentar a la Convocatoria de financiación europea elegida y han sido elaborados conforme a la plantilla sugerida en la propia convocatoria.

El capítulo 3 reúne la **parte administrativa** de la propuesta. Está formado por un compendio de formularios administrativos ordenados según dicta la convocatoria. Por una parte se da una información general de la convocatoria a modo de resumen, a continuación se da la relación de participantes en el consorcio y sus contactos, seguidamente se indica en presupuesto previsto para llevar a cabo el proyecto y por último se da respuesta a las cuestiones éticas planteadas en la convocatoria.

El capítulo 4 constituye la **parte técnica** de la propuesta. En este apartado se detalla la adecuación de la propuesta a la convocatoria a través de la definición de unos objetivos

específicos y los conceptos en los que se basa el proyecto. Se hace una previsión del impacto esperado y se proponen algunas medidas para maximizar este impacto. Se hace una descripción del proceso de implementación, desarrollando el plan de trabajo, desglosando los paquetes de trabajo y estableciendo los entregables. Por último se hará una presentación de los miembros del consorcio.

El capítulo 5 desvela las **conclusiones** a las que se ha llegado tras el estudio de la presente propuesta y aporta luz sobre posibles trabajos futuros que se podrían desarrollar tomando como base este proyecto.

El documento finaliza con apartados dedicados al listado de referencias y enlaces que han servido de orientación para desarrollar este documento y el glosario de términos y acrónimos utilizados.

2 CONTEXTO

Cualquier persona que comienza a utilizar un vehículo en sus desplazamientos urbanos o interurbanos de forma periódica es susceptible de sufrir episodios de rabia, frustración y estrés debido a las complicaciones que presenta actualmente el tráfico rodado en cuanto a congestión y más concretamente el aparcamiento, por la limitación de plazas existentes y el incremento de usuarios demandantes de dichas plazas. Desde el punto de vista ecológico lo ideal sería ir caminando o sustituir los desplazamientos en vehículo privado por el transporte público. Así se evitarían los problemas de tráfico y aparcamiento. Sin embargo, desde los puntos de vista social, económico y laboral no es posible prescindir radicalmente del vehículo privado como medio de transporte. Por este motivo las instituciones públicas llevan un tiempo buscando soluciones alternativas que, con ayuda de la ciencia y la tecnología contribuyan a una convivencia más ordenada y sostenible ante la previsión de un incremento paulatino de la población en las ciudades. De esta manera, poco a poco fueron surgiendo soluciones que, en mayor o menor medida iban facilitándonos la vida en estos aspectos.

Así por ejemplo, aparecieron aplicaciones como Google Maps, (Google Maps, 2016) que muestra el estado del tráfico en tiempo real basado en la información que envían los teléfonos inteligentes de los usuarios que están en circulación mediante GPS y de forma anónima (Google Blog, 2009). Esto le permite conocer la velocidad a la que se están desplazando y con esa información calcula el nivel de congestión de las carreteras, presentando los resultados mediante un código de colores: verde para indicar si se circula sin retrasos; amarillo si hay una densidad de tráfico media y rojo si hay retenciones. (Stenovet, 2015)

Otras aplicaciones como Waze (Waze, 2016), adquirida en 2013 por Google (Google Blog, 2013), se basaron en la colaboración social para recoger la información del estado del tráfico, procesarla según unos algoritmos que aprenden de las rutas recorridas por los usuarios para ayudar con el enrutamiento a otros usuarios.

Las dos aplicaciones citadas anteriormente dan respuesta a los problemas de la congestión del tráfico proponiendo al usuario rutas alternativas e informando de los imprevistos que ocurren en la carretera. Y llevan ya unos años en uso con muy buena aceptación por parte del público ya que se considera que proporcionan información de calidad.

El problema del aparcamiento también ha sido estudiado en multitud de ocasiones y se han ofrecido soluciones innovadoras en los últimos años, aunque hasta el momento ninguna de ellas ha tenido un gran calado entre los usuarios. Por este motivo surge la idea de desarrollo de este proyecto con el objetivo de ofrecer un sistema con información práctica y precisa de lugares de estacionamiento lo más próximos posible a nuestro lugar de destino.

En el siguiente apartado se hace un estudio pormenorizado de los últimos avances tecnológicos en materia de aparcamiento urbano inteligente.

2.1 ESTADO DEL ARTE

Se conoce como **smart cities** o ciudades inteligentes (PWC, IE Business School, Telefónica, 2014) a aquellas ciudades que se apoyan en las Tecnologías de la Información y la Comunicación para dotarla de una infraestructura que garantice un desarrollo económico, social y medioambiental sostenible; un incremento de la calidad de vida de los ciudadanos; una mayor eficiencia de los recursos disponibles y una participación ciudadana activa. (Fernández Güell & Collado Lara, 2014)

Dentro del ámbito de la smart city se define el concepto de **smart mobility** como la gestión eficiente y sostenible del transporte, de la accesibilidad y movilidad de las personas y bienes, así como la seguridad y la eficiencia de las infraestructuras y sistemas de transporte mediante el uso de:

- Sistemas inteligentes de transporte
- Vehículos eléctricos y su soporte y mantenimiento
- Sistemas de mejora del transporte de viajeros
- Gestión de aparcamientos

Según un estudio realizado por el programa **Cities in Motion 2016** promovido por IESE (F2e.es, 2016), en el que se han analizado cerca de 70 indicadores diferentes que convierten a una ciudad en smart city, sobre un total de 181 ciudades del mundo, se constata (Figura 1) que tres ciudades españolas se encuentran entre las 50 primeras: Barcelona en el puesto 33, Madrid en el 34 y Valencia en el 49. Si nos fijamos únicamente en el indicador “Movilidad y transporte”, las tres ciudades obtienen incluso mejores posiciones, llegando Madrid a alcanzar el quinto puesto en el ranking, Barcelona el décimo y Valencia el cuadragésimo séptimo.

Clasificación de ciudades índice IESE Cities in Motion 2016

Clasificación (total: 181)	Ciudad	País	Puesto el año pasado
1	Nueva York	Estados Unidos	2
2	Londres	Reino Unido	1
3	París	Francia	3
4	San Francisco	Estados Unidos	5
5	Boston	Estados Unidos	4
6	Ámsterdam	Holanda	7
7	Chicago	Estados Unidos	6
8	Seúl	Corea del Sur	9
9	Ginebra	Suiza	10
10	Sídney	Australia	11

■ Las ciudades españolas

Clasificación (total: 181)	Ciudad	Cohesión social	Proyección internacional	Movilidad y transporte	Puesto el año pasado
33	Barcelona	97	6	10	34
34	Madrid	89	12	5	35
49	Valencia	52	69	47	49
58	Málaga	117	8	56	59
60	A Coruña	128	21	118	60
67	Sevilla	67	47	89	71
69	Bilbao	63	83	75	72

Fuente: IESE

A. M. / CINCO DÍAS

Figura 1. Ranking de ciudades inteligentes según IESE Cities in Motion 2016

La gestión del aparcamiento es uno de los aspectos más importantes de la movilidad urbana. Todos los coches que se desplazan por las ciudades deben encontrar un aparcamiento al final de su trayecto o antes de enlazar con otro medio de transporte.

Esto nos da pie a investigar los avances en transporte urbano y más concretamente en aparcamiento inteligente en algunas de estas ciudades.

Hasta el momento se han venido aplicando diferentes soluciones en materia de aparcamiento. Después de su estudio y análisis las hemos clasificado en:

- **Aparcamiento robotizado**⁴. Se trata de sistemas de estacionamiento inteligentes orientados a minimizar el espacio ocupado por cada plaza. El vehículo se transporta hasta su lugar de almacenamiento de forma automática, sin conductor, únicamente mediante equipos de elevación y transporte. Requieren la instalación de una infraestructura específica.
- **Aparcamiento colaborativo**. Se basa en la existencia de una comunidad de usuarios conectados que, mediante una aplicación móvil, informan sobre la ocupación o liberación de una determinada plaza de garaje. El sistema es capaz de geolocalizar las diferentes ubicaciones indicadas por los usuarios y mostrarlas en pantalla mediante un código de colores para que otros usuarios puedan aprovecharse de esa información. Requieren el uso de dispositivos móviles por parte del usuario. Algunos ejemplos son Spotoops⁵ y Wazypark, la cual se analizará más adelante en este mismo capítulo
- **Aparcamiento sensorizado**. Se trata de un sistema que hace uso de pequeños dispositivos o sensores instalados en las plazas o próximos a ellas y son capaces de detectar el estado de ocupación de las mismas (Edison Galicia, 2011). Estos sensores pueden estar instalados en el plano horizontal (en el suelo), instalando un sensor por plaza, o bien en el plano vertical (sobre farolas u otros elementos del mobiliario urbano), permitiendo controlar más de una plaza con un mismo sensor. Es necesario realizar una obra en el lugar para la instalación de los sensores y otros elementos de comunicación que requiere el sistema.
- **Aparcamiento video-vigilado**. Son zonas de aparcamiento delimitadas sobre las que se han instalado cámaras situadas en zonas con amplia visibilidad y cuya función originalmente era proporcionar seguridad y disuadir los actos delictivos e identificar a los infractores. Posteriormente se ha reaprovechado la misma instalación de cámaras para conectarlo a un sistema informático capaz de procesar el vídeo captado y detectar la ocupación de las plazas de aparcamiento. Dentro de esta categoría se ha encontrado un proyecto (Siemens, 2016) que utiliza drones en movimiento como soporte físico de las cámaras que vigilan el aparcamiento. El Estos drones, además, guían al usuario hasta la plaza de aparcamiento. El proyecto está siendo desarrollado en estos momentos y hay muy poca información en internet sobre él. No está publicada ninguna fecha de salida al mercado.

⁴ Web de un aparcamiento robotizado <http://aparcamientosrobotizados.blogspot.com.es/>

⁵ Acceso a web del sistema de parking colaborativo Spotoops <http://www.spotoops.com/>

A continuación se explican algunos ejemplos de los diferentes tipos de aparcamientos descritos.

Parking robotizado

Hace casi 10 años, en noviembre de 2006 se abrió al público en Madrid el primer aparcamiento robotizado⁶ con un total de 55 plazas, dos veces más de las que se hubieran podido crear con el modelo tradicional. Este sistema tenía 12 metros de profundidad y 5 niveles de estacionamiento. El usuario deja el coche en una plataforma debidamente indicada y el sistema, después de hacer las comprobaciones pertinentes de tamaño del vehículo y espacio disponible, activa un mecanismo automático que lo desplaza y lo deposita en la mejor ubicación disponible. Con este tipo de soluciones se obtenía un alto aprovechamiento del espacio.

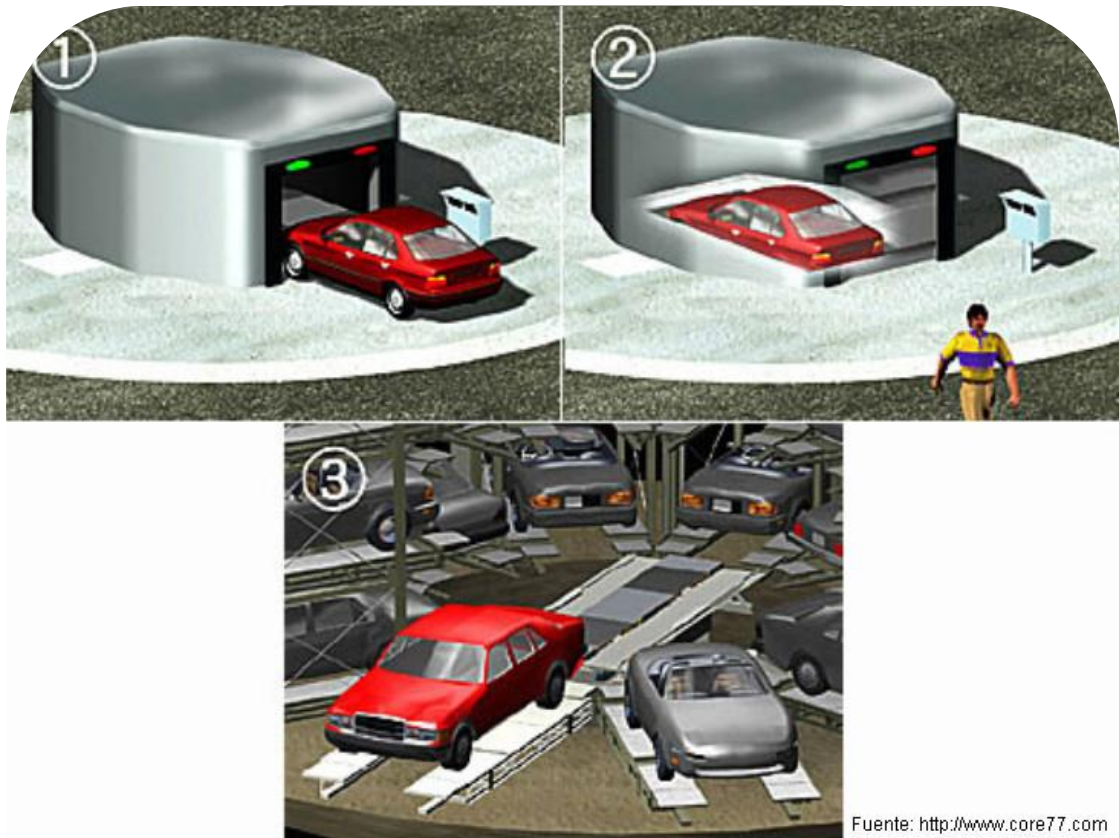


Figura 2. Maqueta de un aparcamiento robotizado

Como desventaja encontramos que estos sistemas tienen un elevadísimo coste de instalación y mantenimiento y esto pone en tela de juicio su sostenibilidad.

⁶ Aparcamiento robotizado <http://www.xataka.com/robotica-e-ia/primer-aparcamiento-robotizado-en-madrid>

Parking colaborativo: WazyPark

Otra solución que merece la pena ser mencionada en este apartado es el proyecto WazyPark^{7,8} (Figura 3), una idea española basada en el uso colaborativo. Se trata de una aplicación para dispositivos móviles en la que la comunidad de conductores se avise entre ellos de los huecos que dejan libres al salir de un aparcamiento. De esta manera se ayuda a los demás a encontrar aparcamiento más rápidamente. Con la información que aportan los usuarios, el sistema muestra en un mapa el tiempo que llevan libres esas plazas.

Además en su modelo de negocio incluye la posibilidad de que el usuario gane dinero compartiendo el hueco libre que deja al desaparcarse.



Figura 3. Aplicación wazypark

El inconveniente de esta solución es que la información que proporcionan no es fiable ni continua. Es posible que cuando el usuario llegue al lugar indicado como libre en la aplicación, alguien ya lo haya ocupado y no haya comunicado el nuevo estado al sistema. Funcionaría bien si lo usaran todos los conductores, pero eso no se puede asegurar. En cualquier caso, constituyen un complemento extraordinario para sistemas más complejos.

⁷ Página web de Wazypark <http://www.wazypark.com/>

⁸ Vídeo explicativo del uso de Wazypark <https://www.youtube.com/watch?v=pVI1VeWviUo>

Parking sensorizado en suelo: Fastprk:

En Barcelona se ha experimentado la solución Fastprk⁹ consistente en la instalación de sensores de campo magnético en cada una de las plazas de aparcamiento a nivel del suelo, pudiendo estar ocultos o visibles. Estos sensores detectan si hay algún coche aparcado en ese lugar y envían esa información de manera inalámbrica a una puerta de enlace y ésta, mediante una adaptación de protocolos previa, envía la misma información a una base de datos central a través de internet en tiempo real. Esta información es reportada inmediatamente a los usuarios mediante aplicaciones móviles y paneles luminosos instalados en las calles. (Figura 4). Esta solución ha sido instalada también en la ciudad de Moscú.

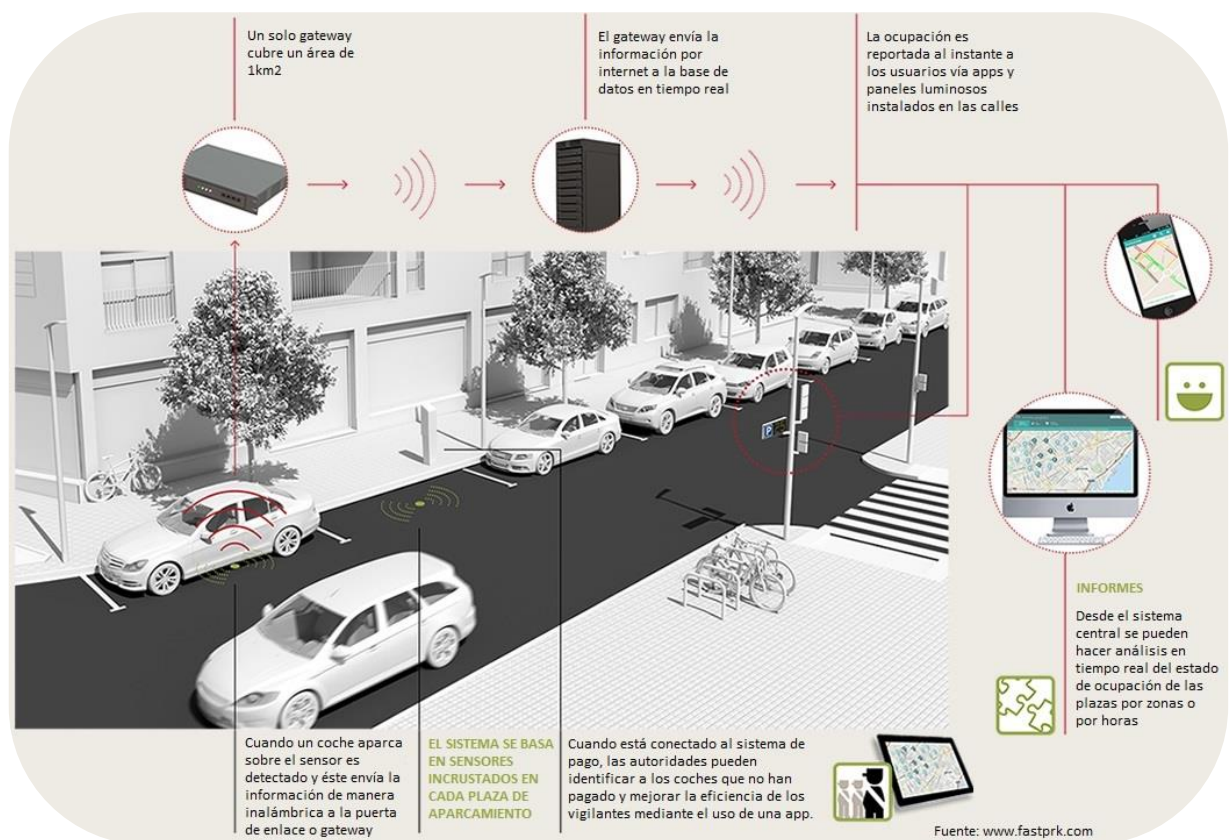


Figura 4. Aparcamiento inteligente basado en sensores instalados en suelo

Esta es una de las soluciones con mayor penetración en el mercado pero este tipo de sensores suelen dar problemas durante la implantación, no proporcionando datos fiables en algunas ocasiones. Además, todavía no está muy clara la viabilidad de la instalación y mantenimiento en términos económicos.

⁹ Enlace a la página web de Fastprk, <http://www.fastprk.com/>

Parking sensorizado en farolas: Piloto de Siemens en Berlín

A nivel europeo, en Berlín, la multinacional alemana Siemens puso en marcha el año pasado un proyecto piloto¹⁰ (Arrieta & Editorial, 2015) basado en la instalación de sensores en las farolas para identificar las plazas disponibles en vías públicas (Figura 5).

En un tramo de 200 metros de una calle se instalaron sensores con radar en las farolas que transmiten información sobre la ocupación de las plazas de aparcamiento. Esta red de sensores vigila desde lo alto una superficie de hasta 30 metros, lo que equivale a entre cinco y ocho plazas de aparcamiento, y envía la información a un programa de gestión de aparcamientos. El centro de información utiliza los datos recogidos por el sistema para sus propios servicios de información o reenviarlos a otras aplicaciones.



Figura 5. Aparcamiento basado en sensores instalados en farolas

Las instalaciones realizadas con este tipo de solución han demostrado falta de fiabilidad en algunas ocasiones debido a las interferencias que producen los campos electromagnéticos variables generados por las farolas. Esto lleva a desarrollar complejos sistemas de calibración continua adaptados a las condiciones medioambientales de cada zona, con los costes extraordinarios que esto conlleva.

¹⁰ Proyecto de Siemens de Parking con sensores <http://www.expansion.com/economia-digital/companias/2015/10/26/562e295e268e3eab3c8b45a2.html>

Parking con vídeo vigilancia: WeGo&Park

La solución WeGo&Park¹¹ (Telecom, 2016) se basa en un método de detección mediante procesamiento distribuido de vídeo en tiempo real de una red de cámaras (Figura 6) estratégicamente colocadas para cubrir la zona de estacionamientos deseada (Figura 7).

La ocupación de plazas puede ser consultada por los usuarios desde una aplicación móvil, que les indicará las plazas libres para aparcar el vehículo en las proximidades del lugar donde se encuentran o en un área cercana a su destino, evitando pérdidas de tiempo innecesarias.



Figura 6. WeGo&Park. Cámara de vigilancia de aparcamiento



Figura 7. WeGo&Park. Aparcamiento vigilado por cámaras

¹¹ Enlace a la web de la solución de aparcamiento WeGo&Park <http://www.wtelecom.es/productos-y-servicios/smart-cities-solutions/wegopark/>

Los proyectos basados en cámaras instaladas en un poste ofrecen limitaciones técnicas ya que solo se puede garantizar que hay visibilidad directa entre la cámara y las plazas de aparcamiento en el momento de la instalación. Después, podrían aparecer obstáculos que obligarían a la reconfiguración del sistema difundiendo en ocasiones información poco precisa de la ocupación de las plazas. A esto habría que sumar las limitaciones económicas ya que se necesita un suministro continuo de energía y tienen unos costes iniciales y de mantenimiento elevados.

Parking con vídeo vigilancia mediante drones: SIEMENS Mobility IDEA Contest

Una idea muy novedosa de smart parking ganó el concurso Mobility IDEA (Improving Design and Engineering for All) patrocinado por la alemana SIEMENS en 2015. Se trata de una idea de un estudiante de la Universidad de Massachusetts, Ehsani Zonouz (Siemens, 2016).

Consiste en una red de drones comunicados de forma inalámbrica que proporcionan datos precisos de la ubicación de las plazas de aparcamiento.

Los drones localizan el mejor espacio disponible usando algoritmos de procesamiento de imágenes y encuentran el camino más corto para llegar a él. Buscan estacionamientos para discapacitados y los guían hasta allí. Utiliza cámaras térmicas y de infrarrojos que permiten a los drones funcionar también por la noche. Los drones vigilan las actividades sospechosas que se puedan realizar en la zona.

Tras la investigación en internet se encontraron varias referencias que apuntaban a este mismo proyecto sin arrojar más información. No se han encontrado evidencias que demuestren que el proyecto haya sido implementado.



Figura 8. Esquema de Smart Parking con red de drones¹².

A priori parece una manera rápida y precisa de encontrar aparcamiento, cuya instalación se presume menos costosa que la de los sistemas basados en sensores, pero todavía le queda un camino por recorrer antes de que se convierta en una realidad en las calles de nuestras ciudades.

2.2 CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS ESTADO DEL ARTE

Como consecuencia del análisis efectuado, todas las soluciones propuestas han supuesto una mejora en el problema del aparcamiento planteado pero ninguna de ellas se postula como solución definitiva ya que todas ellas cuentan con ciertas limitaciones o barreras que es necesario salvar, como son:

1. Robotizados
 - a. Alta inversión en infraestructura inicial
 - b. Elevado coste de mantenimiento

¹² Imagen extraída de: <http://news.usa.siemens.biz/press-release/mobility-and-logistics/intelligent-parking-drone-technology-wins-siemens-first-mobilit>

- c. No aportan información del estado de ocupación de las plazas
- 2. Colaborativos
 - a. Necesidad de colaboración universal para conseguir una información fiable
- 3. Sensorizados
 - a. Requieren instalación de los sensores
 - b. Se ven afectados por las obras realizadas en la zona
 - c. Información estática, limitada a la visibilidad de los sensores fijos instalados
- 4. Vídeo-vigilados estáticos
 - a. Son sensibles a zonas de sombra por la aparición de obstáculos tras la instalación, por ejemplo crecimiento de vegetación
 - b. Ofrecen una información estática, limitada a la visibilidad de las cámaras fijas instaladas.
- 5. Video-vigilados dinámicos
 - a. Potencialmente eficientes y muy sostenibles
 - b. Se encuentra en una fase muy incipiente de su desarrollo

Por este motivo se plantea la oportunidad de crear un sistema que supere las barreras de los sistemas ya existentes y ofrezca una información más fiable, universal y fácil de utilizar que los anteriores. Por ello, se ha pensado en un sistema de asistencia al aparcamiento de tipo video-vigilado dinámico, basado en drones, que reunirá las siguientes características:

- Muy baja inversión inicial
- Muy bajo coste de mantenimiento
- Independiente de las obras realizadas en la zona
- Inexistencia de zonas de sombra. Al estar los drones en movimiento, cubren la totalidad de la zona sobre la que actúan.
- Máxima fiabilidad de la información reportada al usuario
- Facilidad de uso, ya que se presenta en formato multimodal (modo mapa, vídeo, instrucción vocal)
- Multicanal, ya que es accesible por web, móvil o señalización vertical en la vía
- Portable, ya que la misma instalación se puede reutilizar fácilmente en otras áreas geográficas con una sencilla configuración previa.

Este sistema estará basado en imágenes capturadas por una red de drones sobrevolando las zonas de parking de una forma programada y autónomo. Estas imágenes se analizarán mediante técnicas avanzadas de visión artificial y se convertirán en información que se almacenará en una base de datos. Esta información se ofrecerá al usuario mediante distintas aplicaciones para la preparación de sus rutas en busca de aparcamiento.

El presente proyecto pretende dar un paso más en la idea propuesta por Ehsani Zonouz. Apoyado en la misma tecnología de drones, ofrecerá los resultados por nuevos canales como pueden ser aplicaciones móviles, aplicaciones web o en paneles urbanos instalados en las calles de las zonas vigiladas por el sistema. Se desarrollará además una interfaz de interoperabilidad que permitirá a otros sistemas acceder a la información generada por SI-GUIA.

Actualmente existe una limitación legal importante. La normativa española impide el vuelo de drones por las zonas urbanas. Sin embargo dado el avance que está experimentando esta tecnología y la tendencia en su regulación en otros países (UK Civil Aviation Authority, 2015) es posible que en un futuro cercano se acote esta prohibición, permitiendo su uso bajo determinadas premisas de seguridad para ciudadanos, animales, plantas y resto de elementos urbanos.

3 PARTE A – FORMULARIOS ADMINISTRATIVOS

Se ha tenido en cuenta la plantilla estándar para la propuesta que se facilita en el portal de la Comisión Europea ([H2020, 2016](#))

3.1 INFORMACIÓN GENERAL

Topic	Increasing the take up and scale-up of innovative solutions to achieve sustainable mobility in urban areas
Call identifier	MG-4.1-2017
Type of Action	IA Innovation Action
Deadline Model	Two-stage
1st Stage Deadline	26 de enero de 2017 17:00:00 (hora de Bruselas)
2nd Stage Deadline	19 de octubre de 2017 17:00:00 (hora de Bruselas)

Acrónimo	Si-GUIA
Título de la Propuesta	Sistema de Gestión Urbana Inteligente del Aparcamiento
Duración en meses	24
Palabras clave	Smart city, smart mobility, aparcamiento inteligente, dron, UAV

Abstract

Se propone la creación de un sistema de gestión inteligente del **aparcamiento** público basado en la **monitorización** y caracterización de la zona mediante una red de **drones** que permitan detectar el estado de ocupación de cada plaza, y otras características relevantes para el usuario. Esta información se enviará a un servidor central donde se realizará un tratamiento y se pondrá disponible en una plataforma de interoperabilidad. Esta información podrá ser explotada por sistemas externos como pueden ser aplicaciones móviles, navegadores GPS, paneles luminosos, etc.

Como complemento de este proyecto se propone la creación de una utilidad a modo de plugin que podrá ser importada desde los propios navegadores y que pueda ser ejecutada

en las aplicaciones Android e IOS que el usuario ya tenga instaladas, evitando así que haya que instalar otras nuevas.

La nueva funcionalidad aportada por este sistema tiene como objetivos:

- Asistir en la búsqueda de plazas de aparcamiento público cercanas a una ubicación determinada.
- Planificar una ruta indicando si se desea dirigir hacia un parking en destino. En este caso cuando el móvil se encuentre próximo al destino el sistema buscará plazas de aparcamiento libres y cercanas y recalculará la ruta para llegar a ellas. Si la plaza en cuestión es ocupada antes de que llegue el usuario, el sistema redirigirá al usuario hasta la siguiente plaza libre más cercana.
- Utilización y optimización de algoritmos de visión artificial
- Ofrecer la información del estado de ocupación de las plazas de aparcamiento actualizada en tiempo real y por varios canales.
- Utilizar tecnologías emergentes basadas en drones para usos novedosos dentro del ámbito de las ciudades, de forma controlada y segura.
- Guiar al usuario hasta la plaza libre más cercana.
- Fomentar el uso de las tecnologías de la información en la sociedad.

Este proyecto se adecúa al Programa de Trabajo porque da solución a algunos de los retos sociales de la movilidad urbana, como son:

- Reducir los tiempos de los desplazamientos
- Hacer la última milla de los desplazamientos más eficientes
- Uso de la movilidad como servicio a través de aplicaciones web y móviles
- Reducir el consumo energético
- Mejorar la calidad del medioambiente
- Mejorar la experiencia del usuario
- Mejorar la gestión de la movilidad urbana
- Reducir el índice de siniestralidad

3.2 LISTA DE PARTICIPANTES

A continuación se muestra la lista completa de todos los socios que han participado en el proyecto junto con su país de origen.

#	NOMBRE PARTICIPANTE	LEGAL	DEL	NOMBRE CORTO	PAÍS
1	Soluciones Integrales de Urbanismo - Coordinador			INTEGR4LL	España
2	Unità di Calcolo - Università degli Studi di Milano			UC-UNIMI	Italia
3	Reference Centre for Research, Development and Innovation. Security Division			RECREDI-SEC	Portugal
4	META-DRONICA			METADRONICA	Alemania
5	Ayuntamiento de Alcobendas			AYAL	España

Tabla 2. Lista de participantes

3.3 DATOS ADMINISTRATIVOS DE PARTICIPANTES

ID	Nombre Corto	Nombre Legal
SOCIO1 COORDINADOR	INTEGR4LL	Soluciones Integrales de Urbanismo
Dirección de la organización		
Calle	Av. De la Industria 35	
Población	Alcobendas	
Código Postal	28108	
País	España	
Sitio Web	www.integr4ll.com	
Categoría legal de la organización		
Categoría legal	International organisation	
Código NACE	72 – Investigación y Desarrollo	
Departamentos que llevan a cabo el trabajo propuesto		
Nombre Dep.	Centro de Desarrollo Global	
Dirección Dep.	Misma dirección que la organización	
Dependencias con otros socios		
Carácter de la dependencia	Técnica, científica y administrativa	
Socio	UC-UNIMI, METADRONICA, RECREDI-SEC, AYAL	

Tabla 3. Datos administrativos INTEGR4LL (Coordinador)

ID	Nombre Corto	Nombre Legal
----	--------------	--------------

SOCIO3	UC-UNIMI	Unità di Calcolo Università degli Studi di Milano
Dirección de la organización		
Calle	Via Festa del Perdono, 7	
Población	Milán	
Código Postal	20122	
País	Italia	
Sitio Web	<u>www.unimi.it</u>	
Categoría legal de la organización		
Categoría legal	Research organisation	
Código NACE	72 – Investigación y Desarrollo	
Departamentos que llevan a cabo el trabajo propuesto		
Nombre Dep.	Trasferimento tecnologico	
Dirección Dep.	Misma dirección que la organización	
Dependencias con otros socios		
Carácter de la dependencia	Administrativa y científica	
Socio	INTEGR4LL, METADRONICA, RECREDI-SEC AYAL	

Tabla 4. Datos administrativos UC-UNIMI

ID	Nombre Corto	Nombre Legal
SOCIO4	RECREDI-SEC	Reference Centre for Research, Development and Innovation. Security Division
Dirección de la organización		
Calle	Rúa Alfredo da Silva, 7	
Población	Lisboa	
Código Postal	2720-093	
País	Portugal	
Sitio Web	www.recredi-sec.pt	
Categoría legal de la organización		
Categoría legal	Research organisation	
Código NACE	80 – Actividades de seguridad e investigación	
Departamentos que llevan a cabo el trabajo propuesto		
Nombre Dep.	Trasferimento tecnologico	
Dirección Dep.	Misma dirección que la organización	
Dependencias con otros socios		

Carácter de la dependencia	Administrativa, técnica y funcional
Socio	INTEGR4LL, UC-UNIMI, METADRONICA, AYAL

Tabla 5. Datos administrativos RECREDI-SEC

ID	Nombre Corto	Nombre Legal
SOCIO5	METADRONICA	METADRONICA
Dirección de la organización		
Calle	Spriridon-Louis-Ring 2	
Población	München	
Código Postal	80809	
País	Alemania	
Sitio Web	<u>www.metadronica.com</u>	
Categoría legal de la organización		
Categoría legal	Industry organisation	
Código NACE	71 – Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería; ensayos y análisis técnicos	
Departamentos que llevan a cabo el trabajo propuesto		
Nombre Dep.	Angewandte Elektronik (Electrónica aplicada)	
Dirección Dep.	Misma dirección que la organización	
Dependencias con otros socios		
Carácter de la dependencia	Administrativa, técnica, funcional	
Socio	INTEGR4LL, UC-UNIMI, RECREDI-SEC, AYAL	

Tabla 6. Datos administrativos METADRONICA

ID	Nombre Corto	Nombre Legal
SOCIO8	AYAL	Ayuntamiento de Alcobendas
Dirección de la organización		
Calle	Plaza Mayor, 1	
Población	Alcobendas, Madrid	
Código Postal	28100	
País	España	
Sitio Web	www.alcobendas.org	
Categoría legal de la organización		

Categoría legal	Public Administration
Código NACE	84 – Administración Pública y defensa; Seguridad Social obligatoria
Departamentos que llevan a cabo el trabajo propuesto	
Nombre Dep.	Tráfico, Transportes y Aparcamientos
Dirección Dep.	Misma dirección que la organización
Dependencias con otros socios	
Carácter de la dependencia	Administrativa, técnica, legal, funcional
Socio	INTEGR4LL, UC-UNIMI, METADRONICA, RECREDI-SEC

Tabla 7. Datos administrativos Ayuntamiento de Alcobendas

Persona responsable de la propuesta					
Título	Dña.		Sexo	Femenino	
Nombre	Mercedes				
Apellidos	Valentín Zaera				
e-mail	<u>mercedes.valentin@integr4ll.com</u>				
Organización	INTEGR4LL				
Posición en la organización	Directora de proyectos				
Departamento	Centro de Desarrollo Global				
Dirección	Misma dirección que la organización				
Teléfono	912703645	Teléfono 2	623512447	Fax	912505050

Tabla 8. Datos del responsable de la propuesta

3.4 PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA

Durante toda la vida del proyecto se incurrirá en unos costes derivados del uso de recursos humanos, materiales y técnicos necesarios para llevarlo a cabo.

Los costes se clasifican en directos o indirectos. Los **costes directos** son los que provienen de recursos imputables a la actividad de I+D+i, esto es, personal, ya sea propio o subcontratado, amortizaciones de los equipos empleados, viajes, dietas, etc. Los **costes indirectos** son aquellos que no están relacionados con una tarea específica del proyecto sino que dan soporte al proyecto de forma indirecta: gastos de administración, seguridad, suministros, limpieza, etc. Son difíciles de cuantificar por eso se aplican claves de reparto. En la presente convocatoria se asigna la clave de reparto del 25%, es decir se calculan los costes indirectos como el 25% de los costes directos.

La convocatoria hace también una distinción entre los costes derivados de acciones de investigación e innovación y aquellos costes derivados de acciones meramente innovadoras.

3.4.1 Acciones de Investigación e Innovación

Según la Ley 27/2014, de 27 de noviembre, del Impuesto de Sociedades (BOE, 2014), “Se considerará **investigación** a la indagación original planificada que persiga descubrir nuevos conocimientos y una superior comprensión en el ámbito científico y tecnológico, y desarrollo a la aplicación de los resultados de la investigación o de cualquier otro tipo de conocimiento científico para la fabricación de nuevos materiales o productos o para el diseño de nuevos procesos o sistemas de producción, así como para la mejora tecnológica sustancial de materiales, productos, procesos o sistemas preexistentes”.

Según esta definición, teniendo en cuenta las actividades que se van a desarrollar en el proyecto, se incluirán dentro de este apartado las actividades de investigación y desarrollo de algoritmos de visión artificial y de autoaprendizaje así como la investigación y desarrollo de técnicas de optimización de vuelo con drones, con todos los costes asociados a las mismas hasta conseguir el nuevo producto como fruto de esa investigación. Estas actividades suponen el 55% del total del proyecto

El resumen del presupuesto, indicado en la plantilla propuesta en la convocatoria se puede ver a continuación:

Nº	1	2	3	4	5	TOTAL
SOCIO	INTEGR4LL	UC-UNIMI	RECREDI-SEC	META-DRONICA	AYAL	
PAÍS	ESPAÑA	ITALIA	PORTUGAL	ALEMANIA	ESPAÑA	
(A) COSTES DIRECTOS PERSONAL (€)	128.520,00 €	60.480,00 €	90.720,00 €	100.800,00 €	32.760,00 €	413.280,00 €
(B) OTROS COSTES DIRECTOS (€)	2.605,05 €	2.252,60 €	3.127,25 €	3.268,65 €	1.165,85 €	12.419,40 €
(C) COSTES DIRECTOS DE SUBCONTRATACIÓN (€)	- €	- €	- €	- €	- €	- €
(D) COSTES DIRECTOS DE PROVEER SOPORTE FINANCIERO A TERCERAS PARTES (€)	- €	- €	- €	- €	- €	- €
(E) COSTES DE CONTRIBUCIONES EN ESPECIE NO USADAS POR LOS BENEFICIARIOS LOCALES (€)	- €	- €	- €	- €	- €	- €
(F) COSTES INDIRECTOS (€) (=0,25*(A+B-E))	32.781,26 €	15.683,15 €	23.461,81 €	26.017,16 €	8.481,46 €	106.424,85 €
(G) COSTES UNITARIOS ESPECIALES INCLUYENDO COSTES DIRECTOS E INDIRECTOS (€)	- €	- €	- €	- €	- €	- €
(H) COSTES ELEGIBLES ESTIMADOS TOTALES (€) (=A+B+C+D+F+G)	163.906,31 €	78.415,75 €	117.309,06 €	130.085,81 €	42.407,31 €	532.124,25 €
(I) RATIO REEMBOLSABLE (%)	100%	100%	100%	100%	100%	
(J) CONTRIBUCIÓN MÁX. UE (€) (H*I)	163.906,31 €	78.415,75 €	117.309,06 €	130.085,81 €	42.407,31 €	532.124,25 €
(K) CONTRIBUCIÓN SOLICITADA A LA UE (€)	163.906,31 €	78.415,75 €	117.309,06 €	130.085,81 €	42.407,31 €	532.124,25 €

Tabla 9. Resumen del presupuesto de actividades de Investigación e Innovación

3.4.2 Acciones de Innovación

Según la Ley 27/2014, de 27 de noviembre, del Impuesto de Sociedades (BOE, 2014), “se considera **innovación tecnológica** la actividad cuyo resultado sea un avance tecnológico en la obtención de nuevos productos o procesos de producción o mejoras sustanciales de

los ya existentes. Se considerarán nuevos aquellos productos o procesos cuyas características o aplicaciones, desde el punto de vista tecnológico, difieran sustancialmente de las existentes con anterioridad. Esta actividad incluirá la materialización de los nuevos productos o procesos en un plano, esquema o diseño, la creación de un primer prototipo no comercializable”.

Teniendo en cuenta esta definición, se imputarán en este apartado las tareas relacionados con trabajos que no suponen una investigación sino solamente su introducción en el mercado de una manera novedosa. Estas tareas suponen el 45% del total del proyecto.

Nº	1	2	3	4	5	TOTAL
SOCIO	INTEGR4LL	UC-UNIMI	RECREDI-SEC	META-DRONICA	AYAL	
PAÍS	ESPAÑA	ITALIA	PORTUGAL	ALEMANIA	ESPAÑA	
(A) COSTES DIRECTOS PERSONAL (€)	165.240,00 €	77.760,00 €	116.640,00 €	129.600,00 €	42.120,00 €	531.360,00 €
(B) OTROS COSTES DIRECTOS (€)	3.349,35 €	2.896,20 €	4.020,75 €	4.202,55 €	1.498,95 €	15.967,80 €
(C) COSTES DIRECTOS DE SUBCONTRATACIÓN (€)	11.101,50 €	177,75 €	258,75 €	258,75 €	177,75 €	11.974,50 €
(D) COSTES DIRECTOS DE PREVEER SOPORTE FINANCIERO A TERCERAS PARTES (€)	- €	- €	- €	- €	- €	- €
(E) COSTES DE CONTRIBUCIONES EN ESPECIE NO USADAS POR LOS BENEFICIARIOS LOCALES (€)	- €	- €	- €	- €	- €	- €
(F) COSTES INDIRECTOS (€) (=0,25*(A+B-E))	42.147,34 €	20.164,05 €	30.165,19 €	33.450,64 €	10.904,74 €	136.831,95 €
(G) COSTES UNITARIOS ESPECIALES INCLUYENDO COSTES DIRECTOS E	- €	- €	- €	- €	- €	- €

INDIRECTOS (€)						
(H) COSTES ELEGIBLES ESTIMADOS TOTALES (€) (=A+B+C+D+F+G) (Beneficiario)	221.838,19 €	100.998,00 €	151.084,69 €	167.511,94 €	54.701,44 €	696.134,25 €
(I) RATIO REEMBOLSABLE (%) (Beneficiario)	100%	100%	100%	100%	100%	
(J) CONTRIBUCIÓN MÁX. UE (€) (H*I) (Beneficiario)	221.838,19 €	100.998,00 €	151.084,69 €	167.511,94 €	54.701,44 €	696.134,25 €
(K) COSTES DE TERCERAS PARTES ASOCIADAS AL SOCIO (Terceras Partes)	- €	- €	- €	- €	- €	- €
(L) CONTRIBUCIÓN MÁXIMA UE (€) (Terceras Partes)	- €	- €	- €	- €	- €	- €
(M) COSTES TOTALES (Beneficiario + Terceras Partes) (=H+K)	221.838,19 €	100.998,00 €	151.084,69 €	167.511,94 €	54.701,44 €	696.134,25 €
(N) CONTRIBUCIÓN MÁX. UE (€) (Beneficiario + Terceras partes) (=J+L)	221.838,19 €	100.998,00 €	151.084,69 €	167.511,94 €	54.701,44 €	696.134,25 €
(O) CONTRIBUCIÓN SOLICITADA A LA UE (€)	221.838,19 €	100.998,00 €	151.084,69 €	167.511,94 €	54.701,44 €	696.134,25 €

Tabla 10. Resumen del presupuesto de actividades de innovación

Las terceras partes que se consideran en este proyecto son las entidades subcontratadas, cuyos costes se contemplan en el apartado de subcontratación. No se estima ningún otro coste de terceras partes asociadas al socio.

Sumando los presupuestos de las actividades de investigación e innovación y los de las actividades de innovación pura se obtienen las siguientes cifras:

Nº	1	4	3	2	5	
SOCIO	INTEGR4LL	META-DRONICA	RECREDI-SEC	UC-UNIMI	AYAL	
PAÍS	ESPAÑA	ALEMANIA	PORTUGAL	ITALIA	ESPAÑA	TOTAL
CONTRIBUCIÓN SOLICITADA A LA UE PARA ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN	257.567,06 €	123.224,75 €	184.342,81 €	204.420,56 €	66.640,06 €	836.195,25 €
CONTRIBUCIÓN SOLICITADA A LA UE PARA ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN	221.838,19 €	167.511,94 €	151.084,69 €	100.998,00 €	54.701,44 €	696.134,25 €
TOTAL	479.405,25 €	290.736,69 €	335.427,50 €	305.418,56 €	121.341,50 €	1.532.329,50 €

La distribución de presupuesto por socio se puede ver en el siguiente gráfico.

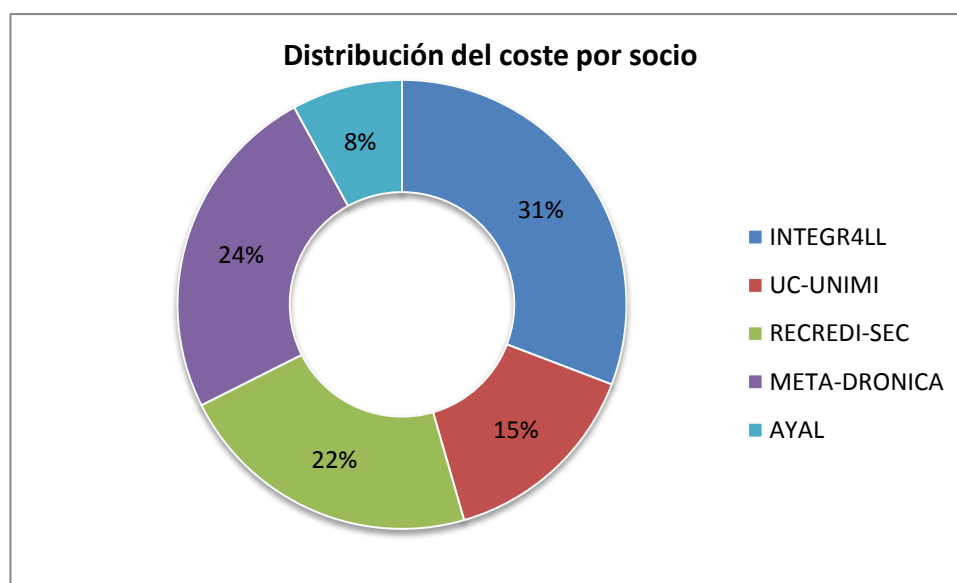


Figura 9. Distribución de costes por socio

Para justificar el presente presupuesto se contratará la realización de una auditoría externa y se entregará el informe de la Cuenta Justificativa de Gastos firmada por el auditor. Se elige esta opción por ser más transparente que la auto-justificación de gastos.

3.5 INFORME ÉTICO

1.- EMBRIONES HUMANOS O FETOS		Página
¿Su investigación implica células estaminales embrionarias humanas?	NO	
¿Su investigación implica el uso de embriones humanos?	NO	
¿Su investigación implica el uso de tejidos o células fetales?	NO	
2.- HUMANOS		Página
¿Su investigación implica participantes humanos?	SI	43
¿Su investigación implica intervenciones físicas en los participantes del estudio?	SI	43
3.- CÉLULAS HUMANAS O TEJIDOS		Página
¿Su investigación implica células o tejidos humanos (diferentes de embriones humanos o fetos)?	NO	
4.- DATOS PERSONALES		Página
¿Su investigación implica la recogida o tratamiento de datos personales?	SI	43
¿Su investigación implica el tratamiento posterior de los datos personales recogidos previamente (uso secundario)?	SI	43
5.- ANIMALES		Página
¿Su investigación implica animales?	NO	
6.- TERCEROS PAÍSES		Página
En caso de que estén involucrados países no comunitarios, ¿las actividades relacionadas con la investigación realizada en estos países podría plantear problemas éticos?	NO	
¿Tienes previsto usar los recursos locales (por ejemplo muestras de tejido humano o animal, material genético, animales vivos, restos humanos, materiales de valor histórico, muestras de fauna o flora en peligro de extinción, etc.)?	NO	
¿Tienes previsto importar a la UE material de otros países no comunitarios, incluyendo datos personales?	NO	
¿Tienes previsto exportar de la UE material a otros países no comunitarios, incluyendo datos personales?	NO	
Si la investigación implica países subdesarrollados o en vías de desarrollo ¿Se han considerado medidas de reparto de beneficios?	NO	
¿La situación en el país podría poner en riesgo a las personas que forman parte de la investigación?	NO	
7.- MEDIOAMBIENTE Y SALUD y SEGURIDAD		Página
¿Su investigación implica el uso de elementos que puedan causar daños al medioambiente, animales o plantas?	SI	43
¿Su investigación trata con flora o fauna en peligro de extinción o	NO	

áreas protegidas?		
¿Su investigación implica el uso de elementos que puedan causar daños a humanos, incluyendo el personal de investigación?	SI	43
8.- DOBLE USO		Página
¿Su investigación tiene potencial para usos militares?	NO	
9.- MAL USO		Página
¿Su investigación tiene el potencial de abuso malévolo / criminal / terrorista?	SI	44
10.- OTROS ASUNTOS ÉTICOS		Página
¿Hay otras cuestiones éticas que deban tenerse en cuenta?	NO	

3.5.1 Participación humana

Se requerirá la participación voluntaria de personas para la realización de las pruebas de usuario. Su función será la de configurar una ruta con el móvil y seguir las instrucciones de la aplicación hasta llegar al lugar de aparcamiento que indique el sistema.

También se requerirá la colaboración de personas, indistintamente hombres o mujeres, para la grabación de las instrucciones vocales que usarán las aplicaciones móviles en sustitución de las instrucciones táctiles cuando el vehículo se encuentra en movimiento.

3.5.2 Medioambiente, salud y seguridad

La investigación requiere el estudio de técnicas de programación del vuelo de drones no tripulados. Durante este periodo, hasta obtener los algoritmos definitivos es posible que los drones caigan al suelo sobre jardines, animales o personas paseando por la zona. Para evitar producir daños se realizarán estas pruebas en un entorno controlado con acceso restringido únicamente al personal del proyecto, quienes accederán a la zona de pruebas convenientemente protegidos con cascos y chalecos especiales.

3.5.3 Datos personales

Es posible también que las cámaras adosadas a los drones graben imágenes de personas que pasen por las inmediaciones del lugar de pruebas. Para evitar cualquier problema legal se pondrán a la vista varios carteles que indiquen la existencia de cámaras grabando. Los datos recogidos se almacenarán cumpliendo las políticas de seguridad necesarias, aplicando las medidas más restrictivas impuestas por los países participantes y por La Unión Europea para asegurar el derecho fundamental a la intimidad de las personas.

3.5.4 Mal uso

Una vez grabadas las imágenes, se procesarán extrayendo la información necesaria para la caracterización de las plazas de aparcamiento y a continuación, las imágenes serán destruidas para evitar cualquier uso malévolo con las mismas que pueda ser constitutivo de delito.

4 PARTE B – PROPUESTA TÉCNICA

Para cumplimentar este apartado se ha tenido en cuenta la plantilla estándar para la propuesta que se facilita en el portal de la Comisión Europea ([H2020, 2016](#))

4.1 EXCELENCIA

La propuesta desarrollada en el presente documento aborda el tema “Soluciones innovadoras para conseguir una movilidad sostenible en áreas urbanas” dentro del programa de trabajo “Transporte inteligente, verde e integrado”.

Los objetivos de dicha propuesta y su relación con el programa de trabajo se describen a continuación.

4.1.1 Objetivos

Teniendo en cuenta los objetivos generales establecidos en el Plan Nacional de Ciudades Inteligentes (Gobierno de España, 2015) editado por la SETSI (Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información), la Entidad Pública Empresarial red.es, dependiente del Ministerio de Industria, energía y Turismo (MINETUR), la Sociedad Estatal para la Gestión de la Innovación y las Tecnologías Turísticas, S.A. (SEGITTUR), la Escuela de Organización Industrial (EOI) y el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA), el proyecto Si-GUIA pretende contribuir al progreso en materia de ciudades inteligentes atacando los siguientes problemas:

- **Contaminación:** las ciudades actuales sufren una alta contaminación acústica y atmosférica. El tráfico rodado es la principal fuente de emisión de óxido de nitrógeno, con cerca del 65%. La contaminación acústica está originada principalmente por el tráfico, las actividades comerciales de carga y descarga, y actividades de ocio (peatones y locales).
- **Alto consumo energético:** El uso del vehículo puede generar un alto consumo energético que se debería controlar. El 32% del consumo energético por kilómetro del transporte de mercancías proviene de las furgonetas y camiones de reparto.
- **Congestión:** Una de las principales causas de generación de tráfico en la ciudad (30%), es la búsqueda de aparcamiento. Además, el aparcamiento ilegal en doble fila

o en lugares no autorizados, puede llegar a obstaculizar la fluidez del tráfico en la ciudad.

- **Falta de infraestructuras:** Actualmente se aprecia una carencia en las infraestructuras asociadas a determinadas actividades empresariales, en particular, las ciudades sufren problemas de gestión del aparcamiento sobre ciertos colectivos específicos tales como: operadores logísticos, personas de movilidad reducida, etc. En el entorno del transporte urbano de mercancías, existe una diversidad en la estructura social del sistema (Operadores de servicio, transportistas, comercios, autoridades locales, ciudadanos), que resulta difícil de articular, etc.
- **Perjuicio de la salud:** La seguridad vial junto con el stress ocasionado por la búsqueda de aparcamiento, son condiciones que se ven íntimamente relacionadas con la salud y el bienestar de los conductores y peatones.
- **Falta de productividad y eficiencia:** La dificultad para aparcar cerca del destino, produciendo así una pérdida de tiempo, en algunas actividades laborales es una constante en nuestros días. La eficiencia en el estacionamiento de vehículos se basa mayoritariamente en la experiencia del conductor, sin considerar el apoyo o uso de las tecnologías que podrían facilitar y mejorar, entre otros, los tiempos de entrega y recogida de mercancías, las reparaciones domiciliarias, asistencia social a dependientes en domicilio, etc. Con la reciente revolución tecnológica que están suponiendo los drones a nivel mundial se auguran grandes avances en rendimiento y efectividad laboral, lo que redundará en un tejido empresarial más fuerte y competitivo. Esta tecnología ya está siendo utilizada con éxito en otras áreas como salvamento, extinción de incendios, agricultura de precisión, gestión del tráfico, ocio, etc. Y se propone la reutilización para resolver los grandes problemas a los que nos enfrentamos en las ciudades, como puede ser el del aparcamiento. Cabe mencionar en este punto que al tratarse de una tecnología tan novedosa aún no está suficientemente regulado (AESA, 2014), a pesar de esta circunstancia, en este proyecto piloto de investigación se pretende ganar tiempo mientras las autoridades continúan con el proceso de regulación de los UAV igual que lo están haciendo ya en otros países como Reino Unido.
- **Siniestralidad:** Parte de los accidentes registrados en las ciudades están provocados por la falta de atención de los conductores sobre la vía pública a la hora de buscar aparcamiento. Esto está íntimamente relacionado con el bienestar de los ciudadanos, con los costes sanitarios y con los costes de reparación de desperfectos ocasionados en los vehículos, jardines y mobiliario urbano.
- **Sostenibilidad del pequeño comercio:** Actualmente los grandes centros comerciales situados en las afueras de las ciudades y provistos de grandes zonas de

aparcamiento han hecho que se favorezca el consumo en estas grandes superficies en detrimento del comercio de proximidad situado en el centro de las ciudades. La efectividad y fiabilidad del sistema de aparcamiento propuesto facilitará a los consumidores el acceso al pequeño comercio.

- **Fraude:** Las administraciones públicas están dejando de ganar mucho dinero por impago de multas o actuaciones fraudulentas en lo que al parking se refiere.

Para afrontar estos problemas, Si-GUIA se propone como objetivo principal la creación de un sistema que facilite la localización de plazas de aparcamiento en los lugares donde se despliegue el sistema.

Entre los objetivos específicos, concretos, alcanzables y medibles que se propone alcanzar con la implantación de este proyecto destacan los siguientes:

1. Aplicar el piloto en un área restringida y controlada de la ciudad de Alcobendas (Madrid) durante un periodo de 6 meses.
2. Aumentar la satisfacción de los usuarios en un 25%.
3. Reducir un 30% las emisiones de gas durante la búsqueda de aparcamiento.
4. Aumentar un 15% la liquidez de las administraciones públicas por reducción del gasto y aumento de ingresos.
5. Aumentar los beneficios del pequeño comercio en un 8%.
6. Disminuir la siniestralidad por accidentes de tráfico urbano en un 10%.
7. Disminuir el número de vehículos en circulación improductiva por la zona de estudio en un 30%.
8. Incrementar la percepción de los ciudadanos de salubridad del aire en un 15% en las inmediaciones de las zonas de aplicación.

Los escenarios o lugares considerados más idóneos para el uso de este sistema con el máximo aprovechamiento son:

- Amplios parkings disuasorios situados en las afueras de las ciudades.
- Parkings en superficie de centros comerciales, educativos, deportivos, sanitarios...
- Parkings de polígonos industriales y empresariales con dificultades de aparcamiento.
- Parkings provisionales habilitados con motivo de algún evento puntual.
- Parkings cercanos al centro histórico de ciudades patrimonio de la humanidad.
- Parkings en zonas turísticas muy concurridas con carácter estacional.
- Parkings próximos a zonas de concentración del pequeño comercio en las ciudades.
- Otras zonas que los ayuntamientos consideren necesarias.

4.1.2 Relación con el programa de trabajo

El reto específico de la convocatoria requiere soluciones innovadoras para la movilidad urbana sostenible en cualquiera de los contextos social, económico o geográfico.

En este sentido, la solución que propone el proyecto Si-GUIA es:

- Innovadora porque aún no existe en el mercado ninguna solución de parking inteligente utilizando drones como tecnología de captura de información para transmitirla al usuario.
- Relativa a la movilidad urbana en lo que respecta al transporte con vehículo privado en el interior de las ciudades y la necesidad de estacionar el vehículo en un lugar habilitado para ello cuando un ciudadano llega al destino de su itinerario.
- Sostenible porque la asistencia que proporciona al ciudadano hace que éste encuentre aparcamiento más rápidamente, con lo que abandonará la vía antes, reduciendo la congestión en las ciudades y reduciendo también la liberación de gases contaminantes. El proyecto contribuye, por tanto, a que la ciudad se vea más liberada de vehículos y a que la calidad del aire que respiran los ciudadanos sea mejor, lo que supone también un impacto positivo en su salud.

4.1.3 Conceptos y metodología

4.1.3.1 Conceptos

El proyecto Si-GUIA gira entorno a la idea del aparcamiento en las grandes ciudades, cuestión que puede ser englobada dentro del ámbito de las smart cities, la smart mobility y el smart parking. Además, para su desarrollo se han utilizado técnicas de visión artificial y aeronavegación autónoma de drones.

Todos estos son conceptos que pueden resultar desconocidos en mayor o menor medida al lector. Para facilitar la comprensión del documento se explican a continuación.

Smart city. Ciudad inteligente

Las ciudades actuales y en especial las grandes ciudades están experimentando un incremento exponencial de la población lo que conlleva una serie de problemas en la gestión del territorio, medioambiental y social. En este contexto, los Gobiernos ven cada vez más necesario realizar un cambio en el modelo actual de ciudad para anticiparse a la nueva situación. La Smart City se entiende como un tipo de desarrollo urbano basado en la sostenibilidad, que sea capaz de responder a las necesidades básicas de instituciones, empresas y de los habitantes en los planos económico, social, ambiental y operativo.

Las smart cities hacen inversiones en capital humano, aspectos sociales, infraestructuras energéticas, tecnologías de la comunicación e infraestructuras de transportes y promueven el aumento de la calidad de vida de los ciudadanos, el desarrollo económico y ambiental sostenible, una gobernanza participativa, una gestión prudente de los recursos naturales y un buen aprovechamiento del tiempo de los ciudadanos

Las ciudades inteligentes pueden ser identificadas y clasificadas según seis criterios principales:

- Economía
- Movilidad
- Medioambiente
- Habitantes
- Forma de vida
- Administración

Las ciudades inteligentes se apoyan en tecnologías basadas en sensores para medir parámetros que ayuden a una mejor gestión del territorio. Los datos recogidos son transmitidos en tiempo real y son puestos a disposición de las autoridades y de los ciudadanos. De esta manera se podrá supervisar el nivel de polución, fugas de agua, contenedores de basura, el tráfico en las calles y autovías, la iluminación, etc.

Smart mobility. Movilidad inteligente

El concepto de movilidad en una smart city se refiere a la sostenibilidad, seguridad y eficiencia de los sistemas de transporte e infraestructuras, así como a la accesibilidad local, nacional e internacional. Las medidas de movilidad se encuentran recogidas dentro de los Planes de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS). Estas medidas tienen el objetivo de implantar formas de desplazamiento más sostenibles dentro de una ciudad. Tendrán en cuenta la manera en que nos desplazamos hasta el tipo de combustible que utilizamos para impulsar esas formas de transporte. Los nuevos modos de transporte deben hacer compatibles el crecimiento económico, la cohesión social y la defensa del medio ambiente, garantizando una mejor calidad de vida para los ciudadanos.

En el campo de la movilidad sostenible se espera la incorporación progresiva de vehículos ecológicos híbridos, eléctricos, propulsados por fuentes renovables o con menos poder contaminante.

Otra idea innovadora es la iniciativa de car sharing, basadas en compartir un vehículo privado con otros usuarios que coinciden en la ruta. En ocasiones también se incluye el servicio de alquiler de vehículos para periodos cortos de tiempo.

Por último, se está considerando en algunas ciudades la creación de lo que se ha llamado “supermanzanas”, permitiendo el tráfico de vehículos privados por el exterior y restringiendo el tráfico por el interior a vehículos residentes, carga y descarga o emergencias. Así se liberará la mayoría del espacio público, fomentando la utilización del transporte público.

Smart parking. Aparcamiento inteligente

El aparcamiento inteligente se considera un servicio dentro de la smart city que, utilizando herramientas TIC, informará a los ciudadanos en tiempo real de la ubicación de plazas de estacionamiento disponibles, permitiéndoles estacionar más rápidamente, economizando tiempo, carburante y sobre todo, ocupación de las vías de circulación. Todo ello contribuirá a una mejora en la calidad de vida de los ciudadanos. Actualmente no es extraño encontrar en las ciudades modernas sistemas de monitorización basados en sensores de presencia, que detectan las plazas libres e informan a los conductores mediante paneles.

Dron.

Un dron es un vehículo aéreo no tripulado. Es más conocido por sus siglas en inglés UAV, Unmanned Aerial Vehicle. Abarca desde un avión por control remoto de juguete hasta un avión comercial o de carga sin piloto o un avión militar de ataque o de vigilancia. Los primeros fueron desarrollados después de la I Guerra Mundial y se emplearon durante la II Guerra Mundial como entrenamiento para los operarios de los cañones antiaéreos. A finales del siglo XX los UAV empiezan a ser completamente autónomos mediante radio control. Los UAV tienen un gran potencial para la obtención, manejo y transmisión de la información, gracias a las técnicas de protección electrónica y criptográfica, consiguiendo comunicaciones más seguras y difíciles de detectar e interferir.



Figura 10. Dron con cámara incorporada

Existen varios tipos de drones, que se pueden clasificar según su uso en:

- Militar. Diseñados para combatir, simular ataques en sistemas de defensa de tierra o aire, llevar a cabo misiones peligrosas, etc.
- Logística. Diseñados para transportar carga.
- Investigación y desarrollo. Utilizados para probar e investigar los sistemas en desarrollo.
- Comerciales y civiles. Aplicaciones de entretenimiento, filmación de películas, etc.

Visión artificial.

Se trata de una disciplina científica que estudia métodos para adquirir, procesar, analizar y comprender las imágenes del mundo real con el fin de producir información que pueda ser tratada por un ordenador. En la visión artificial se estudian entre otros los ruidos técnicos y las interferencias debidas al contexto.

Dentro de la disciplina de visión artificial se estudian las técnicas de aprendizaje automático, que tienen como objetivo conseguir diferenciar automáticamente patrones usando logaritmos matemáticos. Estas técnicas se usan habitualmente para tomar decisiones dentro del mundo empresarial, científico o tecnológico.

4.1.3.2 Metodología

Para la ejecución de los trabajos de este proyecto se seguirán las directrices de la metodología de gestión de proyectos PMP, avalada por el PMI (Project Management Institute).

Estas directrices están recogidas en la Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (PMBOK Guide por sus siglas en inglés “Project Management Body of Knowledge”) publicado por el PMI. Esta guía describe los métodos y prácticas que permiten llevar una buena gestión del proyecto y mantener un mayor control del mismo con la finalidad de permitir al administrador del proyecto aplicar conocimientos, habilidades, técnicas y herramientas para satisfacer los requisitos del mismo en tiempo, coste y alcance asegurando la calidad de los resultados.

En cualquier caso, y para no caer en el exceso burocrático, se adaptará y simplificará este modelo cuando sea posible con el objetivo de agilizar los procesos garantizando siempre la calidad del proceso de gestión del proyecto.

A continuación se describe detalladamente la metodología de desarrollo que se va a emplear en cada una de las fases del proyecto, con independencia del paquete de trabajo al que corresponda.

4.1.3.2.1 Fase de análisis

Los trabajos que se realizarán en esta fase se centran tanto en la especificación de los requisitos como en la identificación y descripción de los diferentes casos de uso de los componentes de la solución.

A continuación se detalla la metodología y los procedimientos que se aplicarán para realizar estos trabajos de la forma más eficaz y eficiente para lograr alcanzar satisfactoriamente los objetivos planteados.

Captura y especificación de requisitos

Esta actividad se llevará a cabo de la siguiente forma:

- Celebración de reuniones con potenciales usuarios e interesados en el sistema.
- Generación del catálogo de especificación de requisitos. Este documento especificará con el mayor grado de detalle posible los requisitos que deberán ser satisfechos. Los requisitos del catálogo deberán ser:
 - Claros: evidentes, ciertos y manifiestos.
 - Completos: cubrirán todos los aspectos de la funcionalidad sin dejar duda alguna ni presentar ambigüedades.
 - Consistentes con el resto de requisitos: un requisito no puede anular a otro requisito o modificar una funcionalidad de otro.
 - Únicos: no se encontrarán repetidos.
 - Verificables: se podrán probar.

El catálogo de requisitos deberá estar correctamente organizado, para lo cual se propone agrupar los requisitos en las siguientes categorías:

- Requisitos Funcionales.
- Requisitos de datos.
- Requisitos de interfaz de usuario.
- Requisitos de estándares.
- Requisitos de calidad.

- Requisitos de comunicaciones.
 - Requisitos de hardware y software.
 - Requisitos de rendimiento.
 - Requisitos de seguridad.
 - Requisitos legales.
 - Otros requisitos.
- Gestión del cambio en los requisitos. Es muy común que surjan modificaciones y evoluciones en los requisitos o que se anulen cuando el catálogo de requisitos ya ha sido aprobado. Por este motivo es fundamental gestionar las peticiones de cambio de requisitos. Cada cambio deberá ser:
 - Registrado: qué, quién, cuándo y el porqué de la petición de cambio.
 - Analizado y valorado.
 - Se evaluará el impacto del cambio.
 - Se deberá decidir si se acepta el cambio o se descarta.

Identificación y descripción de los casos de uso y actores del sistema

Esta actividad se llevará a cabo de la siguiente forma:

- Elaboración del catálogo de casos de uso. En base al catálogo de requisitos aprobado, se identificarán los diversos casos de uso del sistema, los posibles actores y la interacción entre ambos. El catálogo de casos de uso contendrá:
 - Nombre identificativo de cada caso de uso.
 - Una descripción general.
 - El nombre de los diferentes actores que se identifiquen.
 - Una descripción general de los actores.
 - Los diagramas de caso de uso en los que se muestra la interacción entre los actores y los casos de uso.
- Especificación del detalle de los casos de uso. Para cada caso de uso se realizará una descripción detallada que incluirá lo siguiente:
 - Requisitos funcionales que implementa del catálogo de requisitos.
 - Precondiciones, post-condiciones e invariantes que debe cumplir el caso de uso.
 - Escenario principal del caso de uso.
 - Escenarios alternativos al escenario principal.
 - Escenario de error del caso de uso.

- Elaboración de la matriz de trazabilidad de los casos de uso - requisitos. Se deberá elaborar una matriz de trazabilidad entre los casos de uso y los requisitos. El objetivo es poder conocer fácilmente qué casos de uso se verán afectados si hay cambios en los requisitos y cuáles son los requisitos que implementa cada caso de uso.

Aprobación del análisis funcional

- Validación del catálogo de requisitos. El catálogo de requisitos deberá ser aprobado por el Project Manager Officer, PMO, representante de la Comisión Europea. El catálogo de requisitos debe ser el reflejo de un entendimiento detallado que satisfaga plenamente a los grupos afectados (stakeholders). La aprobación del catálogo podrá producirse de diferentes formas:
 - Mediante la devolución de un ejemplar firmado.
 - Mediante el envío por email de la aceptación correspondiente.
 - Aprobación de los requisitos mediante notificación en una herramienta compartida.
 - Etc.
- Validación de los casos de uso y actores del sistema. La descripción de los casos de uso deberá ser aprobada por el Consorcio en base a los requisitos acordados con el Project Manager Officer, representante de la Comisión Europea. Antes de la entrega del análisis funcional, se revisará lo siguiente:
 - Comprobar si la documentación es completa y define totalmente el alcance del proyecto.
 - Comprobar su consistencia, es decir, que no contenga contradicciones.
 - Comprobar que no hay ambigüedades.
 - Comprobar la claridad de los conceptos y las definiciones, es decir, que sea entendible.
 - Comprobar que no hay información repetida.
 - Comprobar la compatibilidad y cumplimiento con estándares.
 - Comprobar que se mantiene la trazabilidad requisitos - casos de uso y requisitos - casos de prueba.

Entregables de la fase de análisis funcional

El entregable de esta fase será la documentación de análisis del sistema. Este entregable estará formado por todos los documentos, informes, actas de reuniones, etc. que se generen como resultado de la realización de los trabajos de análisis de la aplicación.

La información que recoja este entregable debe ser un fiel reflejo de las necesidades que se deben satisfacer en las fases posteriores. Según sea la información que se recoja en el análisis, así será la solución que se diseñe y se programe en fases posteriores.

En concreto, la documentación resultante, será la siguiente:

- Plan de proyecto.
- Documento de requisitos.
- Análisis funcional.
- Actas de reuniones relacionadas.

Herramientas para dar soporte a la metodología de análisis

Se propone la utilización de las siguientes herramientas para dar soporte a los trabajos de análisis del proyecto:

- Enterprise Architect¹³, para la elaboración y gestión de toda la información que forma parte del análisis: diagramas UML, requisitos, casos de uso, etc.
- Alfresco¹⁴, como repositorio documental del análisis.
- Mantis Bugtracker¹⁵, para gestionar todas las peticiones de cambio y problemas que surjan durante la realización de los trabajos de análisis.
- Jira¹⁶, como herramienta de planificación, gestión, control y seguimiento de todos los trabajos de análisis.

4.1.3.2.2 Fase de diseño técnico

Los trabajos que se realizarán en esta fase se centran en la elaboración de una solución técnica que satisfaga las necesidades recogidas en la fase anterior.

Los procesos y metodología aplicados para diseñar la solución de acuerdo a los requisitos detallados en la fase de análisis son descritos a continuación.

Definición de la arquitectura

En esta fase se planteará la arquitectura técnica de cada componente. Esta arquitectura propuesta será revisada y actualizada durante los trabajos de esta fase de diseño.

La arquitectura recogerá, al menos, los siguientes aspectos:

¹³ Web de Enterprise Architect. <http://www.sparxsystems.com.au/products/ea/>

¹⁴ Web del gestor documental Alfresco <https://www.alfresco.com/es>

¹⁵ Web de la herramienta de gestión de incidencias Mantis <https://www.mantisbt.org/>

¹⁶ Web de la herramienta Jira para la gestión <https://es.atlassian.com/software/jira>

- Componentes que lo forman: sistemas gestores de Base de Datos, servidores de aplicaciones, aplicaciones desarrolladas a medida, servicios de integración, procedimientos y funciones de procesamiento de datos, etc.
- Tecnologías en las que se basará de cada componente.
- Hardware necesario sobre el que desplegar los componentes que conforman la aplicación. En este apartado se describirán aspectos: utilización o no de alta disponibilidad, utilización o no de virtualización, etc.

Diseño del modelo físico de datos

Se diseñará un modelo de datos que contenga la información que gestionará cada componente. Los principales aspectos que se tendrán en cuenta a la hora de diseñar el modelo de datos serán:

- Escalabilidad y flexibilidad del modelo de datos con el objetivo de permitir la incorporación de nueva información y nuevas funcionalidades en el futuro.
- Eficiencia en el modelo de datos, para gestionar tanto los datos alojados en ella como el dimensionamiento espacial.
- Mantenimiento de la integridad de la información en el modelo de datos.

Se elaborará un documento que detalle cómo será el nuevo modelo de datos: tablas, columnas, índices, restricciones, etc.

Diseño de clases

Se realizará un diseño de clases de los desarrollos que se van a efectuar para satisfacer las funcionalidades y los requisitos recogidos en la fase de análisis.

Diseño de las interfaces de usuario

Se generarán las interfaces de usuario de forma que se pueda ver la estructura general de organización de la información en cada interfaz y de cuál va a ser el aspecto final de las mismas.

Especificación técnica del plan de pruebas

Para cada diagrama de casos de uso se elaborará un diagrama de casos de prueba y para cada caso de uso se creará su correspondiente conjunto de casos de prueba que garantice que se prueban todos los escenarios, con los diferentes posibles actores y con distintos datos de entrada.

Se generarán los casos de prueba adicionales que sean necesarios para garantizar que se prueban todos los requisitos del catálogo de requisitos.

Aprobación del diseño técnico

El diseño técnico deberá ser revisado y aprobado por el Responsable técnico del proyecto, quien comprobará:

- si la documentación es completa y define totalmente el alcance del proyecto.
- la consistencia del documento, es decir, que no contenga contradicciones.
- la no ambigüedad, es decir, que no haya ambigüedades.
- la claridad de los conceptos y las definiciones, es decir, que sea entendible.
- que no hay información repetida.
- la compatibilidad y cumplimiento con estándares.
- la trazabilidad requisitos - casos de uso y requisitos - casos de prueba.

Tras la entrega, lo revisará el responsable del proyecto por parte de la entidad financiadora, quien podrá hacer los comentarios que considere y hacerlos llegar al equipo a través del coordinador del proyecto.

Entregables de la fase de diseño técnico

El entregable de esta fase será la documentación de diseño del sistema. Este entregable estará formado por todos los documentos, informes, actas de reuniones, etc. que se generen como resultado de la realización de los trabajos de diseño de la aplicación.

La información que recoja este entregable debe estar orientada a la definición de todos los aspectos de la solución que se debe construir. Dicha solución debe satisfacer las necesidades recogidas y especificadas en la fase de análisis.

Cualquier cambio que se realice en los requisitos y/o los casos de uso, implicará una revisión de todos los aspectos de la solución diseñada, y si fuese necesario se realizarán los ajustes y adaptaciones necesarias en el diseño de la solución.

En concreto, la documentación resultante, será la siguiente:

- Arquitectura del sistema.
- Diseño del modelo de datos.
- Diseño de las clases.
- Documento de interfaces.
- Plan de pruebas.
- Actas de reuniones relacionadas.

Herramientas para dar soporte a la metodología de diseño

Se propone la utilización de las siguientes herramientas para dar soporte a los trabajos de diseño del proyecto:

- Enterprise Architect, para la elaboración y gestión de toda la información que forma parte del análisis: diagramas UML, modelo de datos, casos de prueba, interfaces, etc.
- Alfresco, como repositorio documental del diseño.
- Mantis Bugtracker, para gestionar todas las peticiones de cambio y problemas e incidencias que surjan durante la realización de los trabajos de diseño.
- Jira, como herramienta de planificación, gestión, control y seguimiento de todos los trabajos de análisis.

4.1.3.2.3 Fase de desarrollo e implementación

Los trabajos que se realizarán en esta fase se centran en la construcción de la solución técnica diseñada en la fase anterior.

A continuación se detalla la metodología y los procedimientos que se aplicarán para diseñar una solución ajustada a las necesidades y requisitos recogidos en la fase de análisis.

Trabajos de desarrollo e implementación de la solución

Los trabajos de construcción se organizarán en la realización de las siguientes actividades:

- Preparación de los entornos.
- Construcción del modelo de datos.
- Desarrollo e implementación de las funcionalidades.

Estos trabajos de construcción, se realizarán conforme las especificaciones que se han obtenido en la fase de diseño y responderán a la siguiente propuesta metodológica:

- Realización de los trabajos de construcción por parte del Equipo de trabajo.
- Celebración de reuniones semanales del Equipo de trabajo para evaluar avances, desviaciones, posibles riesgos, posibles problemas, cambios, mejoras, etc.
- Realización de reuniones de seguimiento con el Coordinador técnico-científico en la que se informará de todos los aspectos del desarrollo de los trabajos.
- Si hay que hacer cambios en la solución propuesta, estos cambios deberán pasar por la fase de análisis y por la fase de diseño. En ambos casos implicará la actualización de la documentación y entregables correspondientes.

Entregables de la Fase de desarrollo e implementación.

El entregable de esta fase será la documentación generada tras la realización de los trabajos de desarrollo e implementación. En concreto, la documentación resultante, será la siguiente:

- Manuales de funcionamiento o usuario final.
- Manuales de configuración o administrador de sistemas.
- Código fuente.
- Actas de reuniones relacionadas.

Herramientas para dar soporte a los trabajos de construcción

Se propone la utilización de las siguientes herramientas para dar soporte a los trabajos de construcción del proyecto:

- Alfresco, como repositorio documental del desarrollo para alojar actas, informes de seguimiento, etc.
- Mantis Bugtracker, para gestionar todas las peticiones de cambio y problemas e incidencias que surjan durante la realización de los trabajos de construcción.
- Jira, como herramienta de planificación, gestión, control y seguimiento de todos los trabajos de construcción.
- Subversion¹⁷ (SVN), como herramienta de control de versiones de código fuente se propone. Se trata de una herramienta de software libre.
- Jenkins¹⁸, como herramienta de integración continua que realiza labores automáticas de verificación y validación del código. Esta herramienta compila y ejecuta los test de un proyecto en intervalos de tiempo configurados por el desarrollador o bajo petición. La herramienta se conecta al repositorio, Subversión en este caso, descarga las actualizaciones, lo compila, realiza los test y genera informes que pueden ser enviados por correo a los responsables del seguimiento de calidad.
- Maven¹⁹, como sistema para la compilación y empaquetado del software. Es una herramienta para la gestión y construcción de proyectos Java. Ayuda a mantener sus dependencias de otros módulos y componentes externos.
- Sonar²⁰, para controlar la calidad del código desarrollado. Es una plataforma que revisa el código fuente mediante herramientas de análisis estático de código fuente como Checkstyle, PMD o FindBugs.
 - PMD: nos indicará problemas de código que pueden afectar al funcionamiento y rendimiento de la aplicación como bloques try catch vacíos, objetos creados innecesariamente, etc. La herramienta evitará que el código compile en caso de que existan incoherencias con las normas marcadas, en caso de códigos ya existentes únicamente se podrá utilizar para comprobar

¹⁷ Enlace a la web de Subversion <https://subversion.apache.org/>

¹⁸ Enlace a la web de la aplicación Jenkins <https://jenkins.io/>

¹⁹ Enlace a la web de Maven <https://maven.apache.org/>

²⁰ Enlace a la web de la aplicación Sonar <http://www.sonarqube.org/>

que en las nuevas modificaciones no se introduzcan patrones de este tipo o para mejorar el código existente.

- Checkstyle: se encarga de asegurar que se siguen las normas de codificación de código java. Esto asegura que el código generado es legible y utiliza los estándares de nombre de java.
- FindBugs: ayuda a localizar determinados errores en el código fuente de java.

4.1.3.2.4 Fase de pruebas

Durante esta fase se realizarán los trabajos destinados a validar y garantizar el correcto funcionamiento de la solución desarrollada según los requerimientos del sistema.

Las pruebas que deberán realizarse para poder dar validez a estos componentes serán las siguientes:

- Pruebas unitarias. Esta clase de pruebas busca asegurar que el código de las aplicaciones funciona de acuerdo con las especificaciones y que el módulo lógico es válido. El procedimiento a seguir será:
 - Se dividirán los módulos en unidades lógicas fáciles de probar.
 - Por cada unidad se definirán los casos de prueba a realizar
 - Los casos de prueba deben recorrer todos los caminos de ejecución posibles dentro del código.
- Pruebas funcionales. Estas pruebas se centran en la comprobación del cumplimiento de los requisitos funcionales, incluyendo entrada de datos, procesamiento y obtención de resultados.
- Pruebas de sistema. Esta clase de pruebas pretende asegurar una adecuada navegación dentro del sistema, insertando datos, realizando procesamientos y recuperaciones de información.
 - Las pruebas de sistema deben orientarse a requisitos asociados a los casos de uso y reglas y funciones de negocios (requisitos funcionales).
 - El objetivo de estas pruebas es verificar la inserción, procesado y recuperación de datos, y la implementación apropiada de las reglas de negocios.
- Pruebas de integración. Esta clase de pruebas localiza errores introducidos por la combinación de programas probados unitariamente. Ayuda a comprobar que las especificaciones de diseño se cumplan. Se centra en la verificación de las interfaces entre los componentes de software.
- Pruebas de rendimiento, carga y estrés.

- Rendimiento. Estas pruebas evalúan el tiempo de respuesta del sistema ante condiciones normales de carga.
- Carga. Estas pruebas evalúan el tiempo de respuesta del sistema ante diferentes condiciones de carga. Generalmente con sobrecarga. El objetivo es determinar el límite máximo de carga que soporta el sistema
- Estrés. Estas pruebas evalúan el funcionamiento del sistema bajo condiciones de baja memoria disponible, número máximo de usuarios conectados al sistema o concurrencia de usuarios realizando la misma transacción.
- Pruebas de integridad y fiabilidad de datos. Consisten en determinar si los datos almacenados en la base de datos son íntegros, relacionados entre sí de forma coherente y proporcionan información correcta.
- Pruebas de seguridad. El objetivo es comprobar que un usuario puede acceder a las funcionalidades y datos que tiene permitido y que no puede acceder a las que no tiene permitido. Se centran en dos áreas principalmente: el acceso a datos y funcionalidades de negocio por una parte y el acceso remoto a las máquinas que forman parte del sistema.
- Pruebas de regresión. Esta clase de pruebas determina si los cambios recientes en una parte de una aplicación tienen algún efecto adverso en otras piezas de código ya existentes. Se vuelve a probar el sistema debido a cambios realizados en el mismo buscando efectos adversos en otras partes.
- Pruebas de usabilidad. En estas pruebas se verifican aspectos como la navegabilidad a través de los diferentes componentes y pantallas además del aspecto gráfico de éstas.

Entregables de la fase de pruebas

Se generarán los siguientes entregables en esta fase:

- Plan de pruebas
- Especificación de casos de prueba
- Informe de pruebas
- Informe de incidencias

Herramientas para dar soporte a la metodología de pruebas

Se propone la utilización de las siguientes herramientas para dar soporte a los trabajos de pruebas del proyecto:

- Alfresco, como repositorio documental.

- Testlink²¹, para la documentación de las especificaciones de casos de prueba y su ejecución.
- Mantis Bugtracker, para gestionar todas las peticiones de cambio y problemas e incidencias que surjan durante la realización de los trabajos de pruebas y verificación.
- Jira, como herramienta de planificación, gestión, control y seguimiento de todos los trabajos de pruebas.

4.1.3.2.5 Fase de despliegue e implantación

Una vez desarrollada la solución y aprobada por el patrocinador, se desplegará y pondrá en servicio. La fase de despliegue es un aspecto más en la creación de software y se le debe prestar la misma atención que al resto de los procesos. Este proceso puede ser automatizado, lo que lo convierte en un proceso confiable, repetible, rápido y controlado.

Entregables de la fase de despliegue e implantación

Los entregables previstos para esta fase serán:

- Paquetes instalables de las distintas aplicaciones del sistema
- Procedimiento de realización de copias de respaldo
- Manual de instalación y configuración. Incluirá información de los sistemas hardware y software a instalar
- Plan de pruebas de implantación
- Informe de pruebas post-implantación
- Manual de usuario

Herramientas para dar soporte a la metodología de despliegue e implantación

Se propone la utilización de las siguientes herramientas para dar soporte a los trabajos de despliegue e implantación del proyecto:

- SVN, como repositorio de código.
- Jenkins, como herramienta de integración continua
- Scripts personalizados para automatizar todas las acciones del despliegue de forma que no haya intervención humana que pueda dar lugar a errores.
- Plantilla de verificación. Es una herramienta personalizada en la que se listan todas las propiedades del sistema con los diferentes valores que pueden tener en los diferentes entornos de despliegue

²¹ Acceso a la aplicación Testlink para la gestión de las pruebas. <http://testlink.org/>

4.1.3.2.6 Fase de difusión y explotación

En esta fase se pretenderá que los resultados del proyecto tengan la máxima difusión para que otras personas ajenas al proyecto puedan beneficiarse del conocimiento adquirido por el consorcio durante el mismo.

Para realizar un buen plan de difusión se debe tener claro en qué consiste el proyecto, quiénes son los beneficiarios, quiénes podrían estar interesados y por qué. Una vez aclaradas estas cuestiones se definirá qué es lo que se desea difundir y sobre todo, a quién y cuándo, es decir, cuál es el público objetivo y cuál es el mejor momento para hacerlo. En el plan se indicará también cómo se organizarán los socios para la implementación, las responsabilidades de cada uno y los recursos a dedicar.

Se definirá un listado de tareas y para cada una de ellas se indicará:

- Objetivo o propósito de la actividad de comunicación
- Mensaje a comunicar
- Audiencia o grupos de interés
- Pasos necesarios para llevarla a cabo (planificación, desarrollo, material de apoyo, validación, ejecución, etc.)
- Momento de ejecución y frecuencia de repetición de la actividad.
- Personas necesarias para realizar la actividad
- Recursos materiales o técnicos (prototipos, artículos promocionales, etc.)
- Presupuesto estimado, excluyendo el coste de personal.

A lo largo de la vida del proyecto se revisarán las actividades definidas y se adaptarán en caso necesario.

Las actividades se realizarán según se indica en el plan y posteriormente se evaluarán los resultados.

Entregables de la fase de difusión y explotación

Como resultado de la fase de divulgación y explotación, y en función de las actividades definidas, se obtendrán los siguientes entregables:

- Notas de prensa
- Página web del proyecto
- Logo del proyecto
- Informes de actividades de difusión
- Base de datos de contactos clave para el proyecto

- Anuncios publicitarios
- Folleto promocional de un congreso

Herramientas para dar soporte a la difusión y explotación

La web 2.0 ha supuesto una revolución para cualquier actividad de difusión. Se consideran especialmente efectivas las siguientes herramientas, que se utilizarán en el proyecto:

- Facebook²². Red social de intercambio de mensajes y material multimedia entre usuarios.
- Youtube²³. Sitio web en el que los usuarios pueden subir y compartir vídeos.
- LinkedIn²⁴. Red social orientada a los negocios y el empleo en la que los usuarios publican su perfil profesional y las empresas que ofrecen trabajo de una especialidad determinada pueden encontrar empleados que lo demandan.
- Twitter²⁵. El servicio de microblogging más utilizado. Permite enviar mensajes cortos de texto plano que se muestran en la página principal del usuario. Los usuarios que se suscriban (seguidores) a los tweets de otros usuarios recibirán la información publicada por ellos.

4.1.4 Ambición

El sistema que se propone en este proyecto compite directamente con sistemas similares basados en la sensorización, que son los sistemas más avanzados que existen en el mercado actualmente.

Sin embargo, éstos tienen el inconveniente de que solo pueden recoger una información estática de la ocupación de plazas de aparcamiento, limitada al área de visibilidad de la red de sensores instalados. Cualquier obra a realizar en la zona que suponga el levantamiento del pavimento o desmantelamiento de las farolas u otros elementos urbanos sobre los que se asienten los sensores supondrá, no solo la indisponibilidad del servicio, con el trastorno que esto ocasionaría al usuario y en general a la fluidez del tráfico rodado, sino también la asunción de un sobrecoste en concepto de reinstalación de la red de sensores afectada.

Las barreras indicadas anteriormente son superadas por un sistema basado en el vuelo programado de drones, ya que permite una monitorización de la zona fiable, dinámica, portable y de bajo coste. Fiable porque muestra las imágenes del lugar en tiempo real,

²² Enlace a la página de Facebook. <https://www.facebook.com>

²³ Enlace a la página de Youtube <https://www.youtube.com>

²⁴ Enlace a la página de LinkedIn <https://www.linkedin.com>

²⁵ Enlace a la página de twitter <https://twitter.com>

dinámica porque el dispositivo sobrevuela la zona evitando posibles ángulos muertos, portable porque puede ser desplazado a cualquier otra área geográfica en caso de que la zona monitorizada esté indisponible al tráfico en un momento determinado por obras, por un proceso de restructuración urbana o cualquier otro motivo; y por último, de bajo coste, ya que no es necesario hacer una costosa inversión en la instalación de sensores, si no que un número reducido de drones son suficientes para cubrir la zona de estudio.



Figura 11. Infografía de ciudad con smart parking basado en drones

Otro punto a favor que podemos destacar es que la misma infraestructura puede ser utilizada por los Ayuntamientos e instituciones públicas para otros usos adaptando la programación del vuelo de los drones y la caracterización de la información captada por las cámaras. Por ejemplo, para el control de los vehículos que circulan por una zona determinada, para análisis estadísticos de movilidad urbana, para ayudar en la búsqueda de vehículos robados o detección de vehículos abandonados.

4.2 IMPACTO

Para tomar conciencia de los resultados del proyecto y maximizar su potencial explotación comercial es importante definir un plan de divulgación y explotación específico. Este plan fijará las bases de comunicación efectiva del proyecto tanto interna como externa, asegurando que el concepto que se desea transmitir es bien entendido por todos los interesados tanto a nivel local como europeo.

El hecho de empezar con las tareas de difusión en etapas tempranas del proyecto aumenta su impacto y mejora las oportunidades de explotación. Esto hace que se fortalezcan los lazos de colaboración con los socios y se amplíe la tan valiosa red de contactos con clientes potenciales.

Es importante recalcar que, dado que el mercado y el entorno en que se mueven los interesados son susceptibles de cambiar a lo largo de la vida del proyecto, se deben definir mecanismos adecuados para adaptarse a esos cambios. Esos mecanismos están orientados sobre todo a la definición de indicadores de progreso, la medición de los mismos y el análisis del nivel de cumplimiento de los objetivos marcados.

4.2.1 Impacto esperado

No se puede hablar de un impacto genérico, sino que el impacto va siempre asociado a un público objetivo. El público que se puede beneficiar de los resultados de este proyecto se puede dividir en tres grandes grupos: organismos públicos, empresas privadas y público en general. A continuación se definen estos grupos.

Organismos públicos: se consideran objetivos prioritarios los Ayuntamientos de las ciudades medianas y grandes en las que existen problemas evidentes de aparcamiento de los cuales se deriva la necesidad de habilitar áreas disuasorias de aparcamiento. También se encuadran dentro de este grupo las los Ayuntamientos de las pequeñas localidades de gran afluencia turística en las que es necesario regular el aparcamiento para proteger determinadas zonas históricas o naturales.

Público en general: los usuarios particulares son un gran segmento del público al que va dirigido este proyecto mediante aplicaciones para móviles, aplicaciones web, la integración en navegadores propios de los vehículos o externos, ofreciéndoles la facilidad de encontrar la plaza de aparcamiento más próxima a su lugar de destino sin más que configurarlo en su dispositivo.

Empresas privadas: las empresas privadas y autónomos relacionados con el sector servicios, por ejemplo repartidores a domicilio, instaladores, reparadores, comerciales, asistencia sanitaria privada a domicilio, etc. tienen la necesidad de estacionar sus vehículos en cualquier zona de la ciudad para cumplir con sus trabajos. La utilización de las aplicaciones que se proponen en este proyecto les ayudará a ahorrar tiempo en aparcar y dinero en multas por estacionar en lugares no permitidos.

4.2.2 Medidas para maximizar el impacto

Se contempla la realización de una serie de acciones divulgativas convenientemente segmentadas para los públicos más idóneos, garantizando de esta manera un mejor aprovechamiento de los recursos. A través de la medición de los indicadores definidos para hacer el seguimiento de las acciones divulgativas, se podrá evaluar el impacto alcanzado por las mismas.

4.2.2.1 Comunicación y difusión

Como parte del **Plan de divulgación** previsto en el WP5, la compañía INTEGR4LL realizará, con la colaboración del resto de socios, una serie de actividades de comunicación interna y externa.

Las **actividades de comunicación interna** están dirigidas al intercambio de información entre los miembros del consorcio. Estas actividades se realizarán desde los inicios del proyecto hasta la fase de cierre del mismo. Las más importantes que podemos citar son la implantación de herramientas colaborativas, la celebración de reuniones o la generación y distribución de Informes.

Las **actividades de comunicación externa** están dirigidas a la divulgación de los avances realizados y los resultados obtenidos en el transcurso del proyecto ante un público ajeno al proyecto. Proporciona, además, una base documental de referencia para la realización de futuros trabajos o estudios.

Entre las actividades de comunicación y difusión a realizar, cabe destacar las siguientes:

- Creación de la **imagen corporativa**. Por el momento se ha diseñado el logo que se incluirá en la web, en las firmas de correo de los integrantes del consorcio, en tarjetas de visita y demás elementos divulgativos. Tendrá la finalidad de que cualquier persona, al verlo, lo identifique con el proyecto.



Figura 12. Logo del proyecto Si-GUIA

- Creación de una **página web** en el mes 1, con dos áreas bien diferenciadas: una para los participantes, con acceso restringido, en la que se compartirá información confidencial del proyecto y otra para el público en general en la que se informará sobre las características del proyecto.
- Asistencia a tres **congresos y conferencias** más importantes a del sector nivel europeo. Se han seleccionado las siguientes: III Congreso de Ciudades Inteligentes que se celebrará en Madrid y será organizado por la RECI²⁶, Convención Europea de Drones²⁷, Congreso CivilDRON'17²⁸, que se celebrará el próximo mes de enero en Madrid y Smart Mobility World²⁹ que se celebrará en Milán. En estas conferencias se espera establecer nuevos contactos y adquirir nuevos conocimientos útiles para incorporarlos al proyecto.
- **Publicaciones.** Se publicarán 2 artículos en webs especializadas en la programación de vuelo de drones autónomos y uno sobre los hallazgos registrados en el campo de la visión artificial.
- **Notas de prensa.** Se redactarán tres notas de prensa: una en el mes 6 para comunicar la idea del proyecto explicando en qué consiste y justificando su necesidad. Otra en el mes 18 aportando más detalles y características del sistema e indicando la fecha estimada de lanzamiento del piloto y una última nota de prensa en el mes 24 presentando las características del piloto ya lanzado
- **Redes sociales.** Se abrirán, desde el mes 1, sendas cuentas en Facebook, por haber demostrado ser la red social más popular y en Twitter, por haber demostrado ser la más eficaz en la promoción y difusión de eventos. En ellas se compartirá información relevante para todos los públicos, instando a los lectores a pulsar el botón "seguir".

²⁶ RECI. Red Española de Ciudades Inteligentes. <http://www.redciudadesinteligentes.es/>

²⁷ Web de la Convención Europea de Drones: <http://www.droneconvention.eu/>

²⁸ Web de CivilDRON: <http://www.civildron.com>

²⁹ Web de la Smart Mobility World: <http://www.smartmobilityworld.net/>

Para evaluar el impacto de estas acciones se han identificado varios indicadores a los que se les ha estimado su repercusión. Una vez ejecutadas, se medirá su penetración real para analizar la eficacia de estas acciones y tomar las decisiones necesarias para optimizarlas.

Cada acción está orientada a un determinado público con el fin de optimizar su impacto. De poco serviría dar una charla eminentemente técnica a un público general que no está al tanto de la tecnología involucrada, de la misma manera que sería poco útil una charla muy básica para un público técnico y entendido en la materia.

Las acciones de comunicación y difusión se realizarán desde el primer mes y continuarán durante los 2 años que se prevé que dure el proyecto. Se han estimado unos valores de referencia para los meses 6, 12, 18 y 24 al inicio del proyecto.

Según se vayan cumpliendo estos plazos se medirán los valores reales de estos indicadores y se compararán con los estimados para evaluar el grado de cumplimiento y por lo tanto la eficacia del plan de divulgación. En función de los resultados, se emprenderán las medidas correctivas necesarias.

Las actividades de divulgación, el público objetivo, los indicadores clave que se van a tener en cuenta, junto con el método de evaluación a aplicar, se han definido en la Tabla 11 “Acciones de divulgación del proyecto”.

ACCIÓN DE DIVULGACIÓN	PÚBLICO OBJETIVO	INDICADOR	MÉTODO DE MEDICIÓN/EVALUACIÓN	MES 6	MES 12	MES 18	MES 24
Publicaciones	Profesionales del sector	Grado de aceptación por la comunidad	Número de comentarios realizados por los lectores	20	40	40	50
			Número de webs que enlazan a nuestra publicación	18	35	35	35
		Solvencia técnica	Número de referencias aportadas	8	30	35	35
Conferencias y congresos	Profesionales del sector	Interés de los profesionales en el tema	Número medio de asistentes por sesión	0	20	50	65
			Número medio de asistentes que solicitan más información por sesión	0	3	4	6
	Entidades públicas y privadas	Segmentación profesional	Núm. medio de investigadores asistentes por sesión	0	5	15	18
			Número medio de entidades públicas y privadas que asisten por sesión	0	10	25	30
Página Web	Colaboradores Profesionales del sector Entidades públicas Entidades privadas Público general	Actividad de la web	Número total de visitas	50	200	900	1500
			Número medio de páginas visitadas/acceso	3	6	5	5
			Tiempo medio en el sitio web por visita	1,5'	3'	2'	1'
			Porcentaje de visitas nuevas	70%	65%	80%	75%
	Distribución geográfica de interesados		Número de provincias de acceso distintas	8	10	21	25
			Número de países de acceso	3	3	4	3
Notas de Prensa	Medios de comunicación Profesionales del sector	Grado de innovación	Número de notas de prensa emitidas	0	1	1	1
		Interés por la investigación	Número de personas que contactan para más información	0	20	35	42
Redes sociales	Profesionales del sector	Actividad de las redes	Número de redes empleadas	5	5	7	9
			Número medio de actualizaciones en cada medio a la semana	1	3	5	7
			Número medio de seguidores en cada medio	20	150	400	1000
	Entidades públicas y privadas	Opinión del público	Número total de intervenciones del público en las redes sociales	3	20	80	130
			Porcentaje de comentarios positivos	10%	20%	30%	30%

Tabla 11. Acciones de divulgación del proyecto

4.2.2.2 Explotación de los resultados

En cuanto a la **explotación** del proyecto, se considerarán varias fórmulas, ya que se obtendrán diferentes productos como resultado del proyecto.

En primer lugar se obtendrá el prototipo de un sistema centralizado de monitorización y caracterización de plazas de aparcamiento, que será explotado mediante la **venta** a una sociedad inversora con el ánimo de invertir su capital para hacer del prototipo un sistema real y usable por el gran público en ciudades europeas.

También se obtendrán varios algoritmos de optimización de rutas con los cuales se pretende conseguir **acuerdos de colaboración** con universidades y centros de investigación para seguir optimizándolo y reutilizarlo para mejorar el sistema actual y sobre todo, para desarrollar otros productos innovadores basados en estos algoritmos.

Por otra parte, se concederán derechos de uso con condiciones restringidas a través de la comercialización de **licencias** para la explotación del sistema mediante el uso de la interfaz de interoperabilidad para las empresas intermediarias interesadas en obtener rendimiento de su sub-explotación sin necesidad de hacer una elevada inversión inicial.

Finalmente, la aplicación web y las aplicaciones móviles serán de **uso gratuito** e incluirán **publicidad** relacionada con la movilidad urbana, el ahorro energético y la sostenibilidad en entornos urbanos, de la que se obtendrán beneficios económicos.

La propiedad intelectual de los resultados del proyecto será compartida por los socios de forma proporcional a su contribución, al igual que los beneficios obtenidos por su explotación.

4.3 IMPLEMENTACIÓN

La implementación es el proceso por el cual se pondrá en funcionamiento el sistema y para hacerlo, se hará uso de la metodología descrita anteriormente.

4.3.1 Plan de trabajo, paquetes de trabajo y entregables

El plan de trabajo es una herramienta de gestión que facilita la labor de seguimiento y control del proyecto. En él se reflejan las tareas más importantes agrupadas en bloques o paquetes de trabajo.

La información más relevante del plan de trabajo puede ser representada gráficamente en un cronograma o gráfico de Gantt como el que se muestra a continuación.

WP / TAREA	DESCRIPCIÓN	MESES																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
WP1	Gestión del proyecto																								
T1.1	Planificación de los trabajos																								
T1.2	Seguimiento y control																								
T1.3	Gestión de incidencias y cambios																								
T1.4	Cierre del proyecto																								
WP2	Estudio de viabilidad																								
T2.1	Definición de la idea																								
T2.2	Estudio de la situación actual																								
T2.3	Definición de requerimientos																								
T2.4	Estudio y evaluación de alternativas																								
WP3	Diseño y construcción del sistema																								
T3.1	Definición de la arquitectura																								
T3.2	Verificación y validación de la arquitectura																								
T3.3	Análisis funcional detallado																								
T3.4	Diseño técnico																								
T3.5	Desarrollo del soft. e infraestructura																								
WP4	Implantación del sistema																								
T4.1	Definición del plan de implantación																								
T4.2	Generación de prototipos																								
T4.3	Verificaciones y ajustes																								
T4.4	Aprobación de la versión																								
T4.5	Ejecución del plan de implantación																								
WP5	Divulgación y explotación																								
T5.1	Elaboración del plan de divulgación																								
T5.2	Elaboración del plan de explotación																								
T5.3	Ejecución del plan de divulgación																								
T5.4	Ejecución del plan de explotación																								

Tabla 12. Cronograma del proyecto

Se ha realizado un desglose de tareas preliminar que se ha agrupado en paquetes de trabajo estructurados, facilitando así la gestión y desarrollo de los mismos.

4.3.1.1 Paquete de trabajo 1 – Gestión y coordinación del proyecto

El paquete de trabajo de Gestión y coordinación del proyecto comienza en el mes 1 y se extiende durante toda la vida del proyecto. Participarán todos los socios pero el responsable será INTEGR4LL, como se puede ver en la tabla mostrada a continuación. En la tabla también se muestran los objetivos del paquete de trabajo, la descripción del paquete, con sus líneas de acción y finalmente, los entregables, responsables de cada entregable y los hitos en los que se deben hacer las diferentes entregas.

Es importante recalcar que, aunque se designe un único socio como responsable último del paquete, cada uno de los entregables puede ser responsabilidad de alguien diferente y será función del responsable del paquete de trabajo realizar el seguimiento para garantizar que todos los entregables estén listos en las fechas acordadas.

Id. Paquete de Trabajo	WP1			Fecha inicio	M1
Título del Paquete de Trabajo	Gestión y coordinación del proyecto				
Número de Participante	1 Responsable	2	3	4	5
Nombre del Participante	INTEGR4LL	UC-UNIMI	RECREDI-SEC	METADRONICA	AYAL
Objetivos					
El objetivo principal de este paquete de trabajo es tener el proyecto bajo control en todo momento para conseguir finalizarlo con éxito. Los factores críticos de éxito a considerar son: cumplir con el alcance definido, los costes estimados y la planificación prevista, todo ello dentro de unos estándares de calidad acordados entre todas las partes. Adicionalmente se tendrán en cuenta las expectativas del patrocinador y demás interesados para evitar cualquier malentendido.					
Las claves para conseguirlo son una buena comunicación y un liderazgo oportuno.					
T1. Descripción del Trabajo					
Las tareas que se realizarán en este paquete de trabajo son:					
T1.1. <u>Planificación de los trabajos</u> . Se realizará el desglose de tareas. Se identificarán los recursos humanos, técnicos y económicos necesarios para llevar a cabo el proyecto. Se asignará un responsable para cada tarea y se establecerán los hitos a cumplir por cada socio. Se definirá y aprobará el Plan de Calidad, que incluirá como parte importante un plan de riesgos y que servirá de referencia para todos los socios.					
T1.2. <u>Seguimiento y control</u> . El director del proyecto deberá velar por el cumplimiento del					

Plan de Calidad. Para ello coordinará activamente el trabajo de los socios, y medirá periódicamente los indicadores definidos en el Plan de Calidad, contrastándolos con los umbrales de referencia para poder evaluar su grado de cumplimiento. En caso de no cumplimiento de algún indicador se deberán tomar las medidas necesarias para reconducir las desviaciones detectadas.

T1.3. Gestión de defectos y cambios. Durante la fase de aceptación del proyecto surgirán defectos o cambios de funcionalidades no contemplados inicialmente. Ambos se tendrán que gestionar con un procedimiento diferente, que estará convenientemente especificado en el Plan de Calidad.

T1.4. Cierre del proyecto. Una vez aceptado el proyecto se deberán iniciar todas las gestiones burocráticas necesarias para poder cerrarlo: cumplir las obligaciones contractuales, realizar el depósito de entregables, emisión de facturas, documentos de aceptación, etc. Se redactará un documento con la relación de las lecciones aprendidas durante el proyecto, que se clasificará y se archivará junto con el resto de documentación generada. Para finalizar, se procederá al cierre formal del proyecto impidiendo que recaigan más costes en él una vez finalizado.

E1. Entregables	Responsable	Hitos
E1.1. Plan de Calidad	INTEGR4LL	M4
E1.2. Informes periódicos de seguimiento	INTEGR4LL	Mensual
E1.3. Plantilla de gestión de riesgos	INTEGR4LL	M4 y Revisión Mensual
E1.4. Actas de reuniones	INTEGR4LL	Semanal
E1.5. Informe de entrega final del proyecto	INTEGR4LL	M24
E1.6. Informe de auditoría	INTEGR4LL	M24

Tabla 13. WP1. Gestión y coordinación del proyecto

4.3.1.2 Paquete de trabajo 2 – Estudio de viabilidad

El paquete de trabajo de estudio de viabilidad del proyecto comienza en el mes 3 y tiene una duración de 7 meses. Participarán todos los socios pero su responsabilidad se delegará a META-DRONICA por ser la entidad experta en drones, que es una tecnología clave en el proyecto. En la tabla a continuación se marca el responsable del paquete y se indican los objetivos del paquete de trabajo, la descripción del paquete, con sus líneas de acción y finalmente, los entregables, responsables de cada entregable y los hitos en los que se deben hacer las diferentes entregas.

En este caso los responsables de los entregables son diferentes del responsable del paquete de trabajo.

Id. Paquete de Trabajo	WP2			Fecha inicio	M3
Título del Paquete de Trabajo	Estudio de viabilidad				
Número de Participante	1	2	3	4 Responsable	5
Nombre del Participante	INTEGR4LL	UC-UNIMI	RECREDI-SEC	META-DRONICA	AYAL
Objetivos					
El objetivo principal de este paquete de trabajo es la realización de un estudio de viabilidad del proyecto teniendo en cuenta la idea planteada, las condiciones físicas y medioambientales en las que se espera explotarlo y la legislación vigente. Como consecuencia de este estudio se definirán los requisitos del sistema y se realizará un análisis exhaustivo del estado del arte en materia de drones autónomos y aparcamiento inteligente para aportar soluciones alternativas, prácticas e innovadoras para el problema de aparcamiento que se pretende resolver.					
T2. Descripción del Trabajo					
Las tareas que se realizarán en este paquete de trabajo son: T2.1. <u>Definición de la idea</u>. A partir de los problemas y carencias detectados en las ciudades en materia de aparcamiento se propondrá y describirá una solución para mejorarlo. T2.2. <u>Estudio de la situación actual</u>. Se investigará el estado del arte para verificar que no existe ya un sistema similar al que se pretende implementar y para basar la solución en los últimos avances. T2.3. <u>Definición de los requerimientos</u>. Una vez definida y delimitada la idea se realizará una definición clara y precisa de los requisitos que debe cumplir el sistema para que resuelva el problema planteado. T2.4. <u>Estudio y evaluación de alternativas</u>. Se propondrán varias alternativas y se elegirá aquella que ofrezca mejor relación de prestaciones técnicas, sociales y económicas.					
E2. Entregables			Responsable		Hitos
E2.1. Documento de Análisis de viabilidad			METADRONICA		M5
E2.2. Documento de Especificación de requisitos			RECREDI-SEC		M7
E2.3. Documento de análisis y evaluación de alternativas			METADRONICA		M9
E2.4. Documento de estudio de mercado potencial			INTEGR4LL		M9

Tabla 14. WP2. Estudio de viabilidad

4.3.1.3 Paquete de trabajo 3 – Diseño y construcción del sistema

El paquete de trabajo “Diseño y construcción del sistema” comienza en el mes 9 y tiene una duración de 11 meses. Participarán todos los socios pero se designará como responsable a RECREDI-SEC ya que reúne el conocimiento de la mayor parte del trabajo a realizar. En la tabla siguiente se resumen las características más importantes de este paquete de trabajo: los objetivos, la descripción del paquete, con sus líneas de acción y finalmente, los entregables, responsables de cada entregable y los hitos en los que se deben hacer las diferentes entregas.

En este caso los responsables de los entregables son diferentes del responsable del paquete de trabajo.

Id. Paquete de Trabajo	WP3		Fecha inicio		M9
Título del Paquete de Trabajo	Diseño y construcción del sistema				
Número de Participante	1	2	3 Responsable	4	5
Nombre del Participante	INTEGR4LL	UC-UNIMI	RECREDI-SEC	META-DRONICA	AYAL
Objetivos					
El objetivo de este paquete de trabajo es realizar el desarrollo del sistema en su totalidad a partir de la especificación de requisitos resultante del paquete de trabajo anterior. El resultado será el conjunto de subsistemas independientes que conforman la plataforma.					
T3. Descripción del Trabajo					
Las tareas que se realizarán en este paquete de trabajo son:					
T3.1. <u>Definición de la arquitectura</u> . Se definirá la arquitectura completa del sistema y la arquitectura de cada subsistema					
T3.2. <u>Verificación y validación de la arquitectura</u> . Antes de continuar se realizarán todas las validaciones y verificaciones necesarias sobre la arquitectura propuesta, pudiendo hacer ajustes o correcciones durante todo el ciclo de desarrollo con la finalidad de optimizar el sistema.					
T3.3. <u>Análisis funcional detallado</u> . Se realizará un análisis funcional detallado del sistema completo así como de sus componentes, teniendo en cuenta las relaciones entre ellos. Se añadirán diagramas e imágenes aclaratorias siempre que sea posible para evitar malentendidos y ambigüedades.					
T3.4. <u>Diseño técnico</u> . El responsable de cada uno de los subsistemas deberá realizar un					

diseño técnico del mismo. Este documento, junto con el análisis funcional servirá de guía para el desarrollo.

T3.5. Desarrollo del software e infraestructura Es sistema propuesto está compuesto por los siguientes subsistemas, que deberá desarrollar cada socio responsable:

- i. Programación del vuelo de la red de drones. Esta tarea será responsabilidad de META-DRONICA. Se tendrá en cuenta los posibles obstáculos que se puedan encontrar y las posibles averías de las aeronaves, evitando en todo momento que causen daños a personas o animales que pasen por la zona y a la vegetación existente.
- ii. Desarrollo de la red de datos y protocolos sobre la que se enviará la información, de forma fiable, segura y en tiempo real. Esta tarea será responsabilidad de RECREDI-SEC.
- iii. Desarrollo del subsistema de procesamiento de imágenes y caracterización de posiciones. Esta tarea será responsabilidad de RECREDI-SEC.
- iv. Desarrollo de algoritmos de autoaprendizaje o Machine Learning para optimización de rutas. Esta tarea será responsabilidad de UC-UNIMI.
- v. Cálculo de rutas con técnicas metaheurísticas. Esta tarea será responsabilidad de UC-UNIMI.
- vi. Desarrollo de aplicación web de búsqueda de parking basado en la información procesada anteriormente. Esta tarea será responsabilidad de INTEGR4LL y se realizará mediante subcontratación.
- vii. Desarrollo de aplicación móvil de búsqueda de parking basado en la información procesada anteriormente. Compatible con Android e IOS. Esta tarea será responsabilidad de INTEGR4LL y se realizará mediante subcontratación.
- viii. Desarrollo de aplicación para indicadores verticales urbanos donde se visualizará la información de disponibilidad de plazas de aparcamiento en la zona. Tarea responsabilidad de INTEGR4LL y se realizará mediante subcontratación.
- ix. Desarrollo de la infraestructura necesaria para la instalación y configuración de los paneles verticales urbanos. Responsabilidad de RECREDI-SEC
- x. Durante todo el desarrollo AYAL dará soporte al resto de sistemas sobre técnicas de gestión del tráfico y aparcamiento urbano.

E3. Entregables	Responsable	Hito
E3.1. Documento de Diseño de la arquitectura de la plataforma	RECREDI-SEC	M10
E3.2. Documento de Análisis funcional detallado	INTEGR4LL	M14
E3.3. Paquete instalable de la aplicación de vuelo programado	METADRONICA	M19

E3.4. Manual de instalación de la aplicación de vuelo programado	METADRONICA	M19
E3.5. Paquete instalable y configuración de la capa de red	RECREDI-SEC	M19
E3.6. Manual de instalación y configuración de la capa de red	RECREDI-SEC	M19
E3.7. Paquete instalable del aplicativo de procesamiento de imágenes	RECREDI-SEC	M19
E3.8. Manual de instalación del aplicativo de procesamiento de imágenes	RECREDI-SEC	M19
E3.9. Paquete instalable de la aplicación web	INTEGR4LL	M19
E3.10. Manual de instalación de la aplicación web	INTEGR4LL	M19
E3.11. Paquete instalable de la aplicación móvil	INTEGR4LL	M19
E3.12. Manual de instalación de la aplicación móvil	INTEGR4LL	M19
E3.13. Paquete instalable de la aplicación para indicadores urbanos	INTEGR4LL	M19
E3.14. Manual de instalación de la aplicación para indicadores urbanos	INTEGR4LL	M19

Tabla 15. WP3 - Diseño y construcción del sistema

4.3.1.4 Paquete de trabajo 4 – Implantación del sistema

El paquete de trabajo “Implantación del sistema” comienza en el mes 11 y tiene una duración de 14 meses. Participarán todos los socios pero el responsable será RECREDI-SEC, igual que el paquete anterior, como se puede ver en la tabla mostrada a continuación. En la tabla también se muestran los objetivos del paquete de trabajo, la descripción del paquete, con sus líneas de acción y finalmente, los entregables, responsables de cada entregable y los hitos en los que se deben hacer las diferentes entregas.

Id. Paquete de Trabajo	WP4		Fecha inicio		M11
Título del Paquete de Trabajo	Implantación del sistema				
Número de Participante	1	2	3 Responsable	4	5
Nombre del Participante	INTEGR4LL	UC-UNIMI	RECREDI-SEC	META-DRONICA	AYAL
Objetivos					
El objetivo de este paquete de trabajo es realizar la implantación de un prototipo en un área controlada donde se puedan realizar las pruebas y ajustes necesarios para garantizar el correcto funcionamiento del sistema					
T4. Descripción del Trabajo					

Las tareas que se realizarán en este paquete de trabajo son:

- T4.1. Definición del plan de implantación. En este documento se plasmará el modo en el que se realizará la puesta en marcha del sistema, diferenciando dos fases. En una primera fase se desplegará y probará el piloto en una zona controlada y en una segunda fase se desplegará el sistema real para su explotación.
- T4.2. Generación de prototipos. Con todos los subsistemas obtenidos en el paquete de trabajo anterior se creará un prototipo global sobre el que se realizarán las pruebas necesarias
- T4.3. Verificaciones y ajustes. Se realizará todo tipo de pruebas y verificaciones en un entorno controlado. Con los resultados obtenidos se realizarán los ajustes necesarios hasta obtener una óptima precisión en los resultados. Se medirá el grado de cumplimiento de los objetivos específicos del proyecto para poder analizar su cumplimiento.
- T4.4. Aprobación de la versión. Después de la realización de los ajustes necesarios que garanticen el correcto funcionamiento del sistema, un equipo ajeno al desarrollo se encargará de aprobar la versión garantizando que cumple con lo acordado. Esto hará que se etiquete como versión definitiva y se prepare para su implantación.
- T4.5. Ejecución del plan de implantación. Esta tarea consiste en seguir, uno a uno, los pasos indicados en el plan de implantación con el objetivo de dejar el sistema operativo.

E4. Entregables	Responsable	Hitos
E4.1. Plan de implantación	INTEGR4LL	M13
E4.2. Documento de especificación de casos de prueba	METADRONICA	M13
E4.3. Prototipo instalable	RECREDI-SEC	M17
E4.4. Informe de pruebas del piloto	METADRONICA	M19
E4.5. Manual de usuario del sistema completo	INTEGR4LL	M19
E4.6. Manual de instalación del sistema completo	RECREDI-SEC	M19
E4.7. Manual de operación del sistema completo	RECREDI-SEC	M19
E4.8. Informe de pruebas de aceptación	INTEGR4LL	M22

Tabla 16. WP4. Implantación del sistema

4.3.1.5 Paquete de trabajo 5 – Divulgación y explotación

El paquete de trabajo “Divulgación y explotación”, de la misma forma que el paquete de gestión, se ejecuta a lo largo de toda la vida del proyecto, incluso la explotación del mismo va más allá de la fecha de cierre del proyecto. En esta ocasión el responsable será INTEGR4LL, que se servirá de la colaboración del resto de miembros del consorcio para realizar las actividades comprendidas en los planes de divulgación y explotación. La siguiente tabla muestra los detalles de este paquete de trabajo.

Id. Paquete de Trabajo	WP5	Fecha inicio			M1
Título del Paquete de Trabajo	Divulgación y Explotación				
Número de Participante	1 Responsable	2	3	4	5
Nombre del Participante	INTEGR4LL	UC-UNIMI	RECREDI-SEC	META-DRONICA	AYAL
Objetivos					
El objetivo de este paquete de trabajo es crear un plan de divulgación y explotación y ejecutarlo con la finalidad de garantizar el éxito del proyecto. Se definirán unos indicadores para medir su efectividad. Si de estas medidas se deduce que el plan no está siendo efectivo, se realizarán los ajustes necesarios sobre el plan.					
T5. Descripción del Trabajo					
Las tareas que se realizarán en este paquete de trabajo son: T5.1. <u>Elaboración del plan de divulgación</u>. Se creará el documento de Plan de Divulgación teniendo en cuenta la actuación en diferentes medios para diferente público objetivo. T5.2. <u>Elaboración del plan de explotación</u>. Se creará el documento de Plan de Explotación. T5.3. <u>Ejecución del plan de divulgación</u>. Se iniciarán las acciones definidas en el plan de divulgación según el público al que van dirigidas y se medirá su impacto. T5.4. <u>Ejecución del plan de explotación</u>. Se ejecutará el plan de explotación y se contrastarán los resultados obtenidos con los esperados para evaluar los resultados.					
E5. Entregables			Responsable	Hitos	
E5.1. Documento Plan de Divulgación			INTEGR4LL	M5	
E5.2. Documento Plan de Explotación			INTEGR4LL	M8	
E5.3. Informe de evaluación del impacto del plan de divulgación			INTEGR4LL	M6,M12,M18,M24	
E5.4. Informe de resultados del plan de explotación			INTEGR4LL	M24	
E5.5. Página web			INTEGR4LL	M1	
E5.6. Notas de prensa			RECREDI-SEC	Mensual	
E5.7. Publicaciones			METADRONICA	Bimensual	
E5.8. Folletos de congresos			RECREDI-SEC	M12,M18,M24	
E5.9. Información del proyecto en redes sociales			RECREDI-SEC	Semanal	

Tabla 17. WP5. Divulgación y explotación

4.3.2 Estructura de gestión, procedimientos y riesgos

4.3.2.1 Estructura de gestión

Para dirigir el proyecto y coordinarlo internamente con los socios y externamente con la Entidad Financiadora, se ha definido una estructura de gestión (Ver Figura 13. Estructura de gestión del proyecto)

) compuesta por:

- Un Director de proyecto o Project Manager
- Un Comité de asesoría técnica
- Varios Líderes de los paquetes de trabajo
- Un Consejo de Administración del proyecto

Gráficamente se puede representar el organigrama de esta manera:

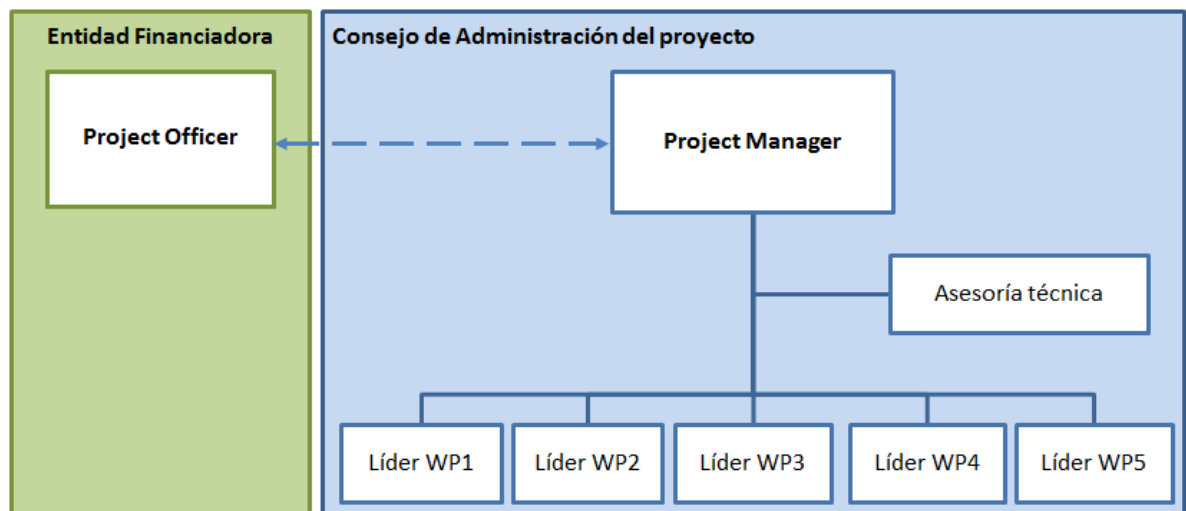


Figura 13. Estructura de gestión del proyecto

Las funciones y responsabilidades de cada uno de ellos se indican a continuación.

Director de Proyecto o Project Manager. Será el responsable designado por INTEGR4LL, empresa coordinadora, para la gestión del proyecto y se encargará de coordinar todas las actividades dentro del proyecto. Asegurará que el programa de trabajo se mantiene según lo planificado y se mantendrá alerta para detectar y resolver posibles desviaciones en tiempo o presupuesto. Organizará reuniones de gestión y revisiones de los proyectos. Gestionará la documentación relacionada con el proyecto, poniéndola a disposición de todo el equipo. Centralizará las relaciones con el representante de la Comisión Europea.

Asesoría técnica. Se trata de un comité compuesto por un experto en cada una de las tecnologías que intervienen en el proyecto y procederán de los socios miembros del

consorcio. Su misión será revisar los entregables y poner en común e intentar solucionar los problemas técnicos que surjan a lo largo del proyecto y que el equipo técnico no haya podido resolver. Si fuera necesario se podrá solicitar asesoría externa.

Líder de paquete de trabajo. Será una persona nombrada por el socio responsable del paquete de trabajo. Es posible que un socio sea responsable de varios paquetes de trabajo y se designe un líder diferente para cada uno de ellos. Gestionará las tareas de su paquete de trabajo y asegurará que se cumple la planificación con los criterios de calidad acordados. Realizará reuniones de seguimiento para controlar el avance de las tareas de su paquete de trabajo. Informará al Project Manager sobre el avance y los problemas o retrasos declarados.

Consejo de Administración del proyecto. Será el órgano de toma de decisiones estratégicas y estará compuesto por el Project Manager, el comité asesor y el líder de cada uno de los paquetes de trabajo. Será encargado de la gestión y dirección del proyecto en su conjunto, impulsará la investigación, análisis y validación de los resultados. Verificará que los recursos sean adecuados para el trabajo a realizar y sentará las bases para que la explotación de los resultados se realice con éxito.

En la parte de la entidad financiadora la responsabilidad del proyecto recaerá sobre la figura del **Project Officer**.

Escalado. Cuando sea necesario elevar la prioridad de una tarea para minimizar un impacto negativo en el Proyecto se deberá escalar hacia arriba jerárquicamente para recibir más recursos, aplazar otras tareas menos prioritarias o adoptar las medidas más idóneas en cada situación según convenga. Como medida de optimización de la gestión, los problemas que se puedan resolver en un nivel jerárquico no deberán ser escalados al nivel superior.

4.3.2.2 Procedimientos

Para el correcto funcionamiento del consorcio en aras a obtener una buena relación entre los miembros que lleve a la consecución de los objetivos del proyecto, se describen los procedimientos a seguir en cada una de las fases, así como el plan de comunicación.

4.3.2.2.1 Procesos de Gestión

El proceso de gestión y control del proyecto engloba las acciones necesarias para definir, integrar y coordinar todos los trabajos del proyecto. Estas tareas se agruparán en los cinco procesos fundamentales de gestión:

Inicio. En este momento define el alcance inicial y se comprometen los recursos financieros iniciales, se identifican los interesados y se nombra el director del proyecto. Los propósitos más importantes de este grupo de procesos serán establecer la visión general del proyecto y alinear las expectativas de los interesados con los objetivos del proyecto.

Planificación. Se establece el alcance total del esfuerzo. Se definen y refinan los objetivos, se desarrolla la línea de acción requerida para alcanzar esos objetivos y se identifican los riesgos. En definitiva, se establece la hoja de ruta por la que se guiará la ejecución del proyecto.

Ejecución. Comprende todos los procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan de proyecto. Se coordinarán personas y recursos, se gestionarán las expectativas de los interesados y se realizarán las actividades establecidas en el plan. Durante la ejecución se medirán los resultados obtenidos y en función de ellos se actualizará la línea base para rectificar desviaciones por imprevistos. Cualquier cambio necesario sobre el plan inicial se englobará dentro de este grupo de procesos.

Seguimiento y Control. En esta fase se mide el desempeño del proyecto y se analiza periódicamente con el objetivo de identificar variaciones sobre el plan. Se controlarán los cambios y se recomendarán acciones correctivas o preventivas para anticipar posibles problemas.

Cierre. Es el último de los procesos de gestión y está orientado a la finalización de las actividades del proyecto para completarlo formalmente. Se registrarán las lecciones aprendidas, se archivarán los documentos relevantes, se liberarán recursos y se cerrará el centro de costes para evitar incurrir en gastos no controlados. Es posible el cierre prematuro de proyectos debido a proyectos abortados, cancelados o en crisis.

4.3.2.2.2 Plan de Comunicación.

El proyecto se ha definido para una duración de dos años y durante este tiempo es fundamental mantener una correcta comunicación entre los distintos participantes en el proyecto para facilitar el diálogo y el entendimiento en todas sus fases.

El proyecto se ha dividido en paquetes de trabajo que tratan diferentes áreas de conocimiento. Adicionalmente se ha definido un área de gestión que incluye Metodologías y Calidad y aplica horizontalmente a todos los paquetes.

Para cada área de conocimiento se han identificado las personas responsables que deberán tener el conocimiento sobre el estado de avance de su área y dispondrán de los

mecanismos necesarios para comunicarse con los interlocutores de otras áreas en la forma y medida que lo requiera el buen desarrollo de los trabajos de su responsabilidad.

Se identifica la conveniencia de centralización de documentación así como la disponibilidad de herramientas que agilicen los procesos de intercambio.

Para dar respuesta a las necesidades anteriores se consideran los siguientes mecanismos de información:

Portal de Proyecto. Constituirá el elemento de comunicación principal del proyecto. Se trata de una herramienta colaborativa basada en tecnologías de internet desde donde se podrán compartir documentos, editarlos y mantener el control de versiones de los mismos. La herramienta a utilizar será Google Drive. Las principales características que lo hacen idóneo para su uso en el presente proyecto son:

- Disponibilidad total independientemente del lugar y el momento. Al tratarse de una herramienta web puede ser accedida en cualquier momento y desde cualquier ubicación sin más requisitos que disponer de un ordenador con conexión a internet, un navegador web y una cuenta de usuario habilitada.
- Creación de repositorio dividido por áreas. Cada entidad participante dispondrá de su espacio para almacenar y organizar la documentación relevante, pudiendo ajustar la visibilidad de los documentos a usuarios específicos.
- Control de versiones de los documentos, identificando el usuario que realiza cada modificación.
- Sistema de alertas que permite a cada usuario estar al corriente de los cambios realizados sobre los documentos o carpetas de su competencia.
- Sistema de gestión de noticias que permite difundir ciertas informaciones en el ámbito del proyecto.
- Herramientas de colaboración: foros, encuestas, etc.

Correo electrónico. Se utilizará para el intercambio de información no documental o documentos en estado de borrador o de propuesta.

Correo ordinario o entrega en mano. Se utilizará para aquella información que, por su naturaleza, requiera de la existencia de un documento físico en papel. Principalmente se usará para documentos que tengan un carácter legal o puramente formal.

Reuniones presenciales. Se recurrirá a este medio de comunicación siempre que sea posible y por la ubicación de los diferentes participantes no suponga un inconveniente tecnológico o de desplazamiento.

Audio conferencias. Se optará por esta modalidad de reunión cuando no se requiera la presencia física de los participantes para el correcto entendimiento de las partes. La herramienta utilizada será Skype.

4.3.2.3 Riesgos

La gestión de riesgos es una tarea de vital importancia en los proyectos. Se realizará el ejercicio de identificación de riesgos al principio del proyecto y será revisado periódicamente para detectar posibles riesgos que pudieran impactar al proyecto que no se hubiera detectado con anterioridad.

Los riesgos se pueden agrupar por su tipología. Para el proyecto Si-GUIA se considerarán los siguientes tipos de riesgos:

- Riesgos tecnológicos - TE
- Riesgos asociados a los requisitos - RE
- Riesgos asociados a los procesos - PR
- Riesgos de personal - PE
- Riesgos de seguridad - SE
- Riesgos legales - LE
- relacionados con factores externos – FE

Los riesgos se gestionarán utilizando la metodología de Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) para evaluar las prioridades de riesgos y mitigar las vulnerabilidades identificadas.

A cada riesgo identificado se le asignará:

- una severidad entre 1 y 5, siendo 1 la más baja y 5 la más alta
- una importancia entre 1 y 5, siendo 1 la más baja y 5 la más alta
- una probabilidad entre 1 y 5, siendo 1 la más baja y 5 la más alta
- una importancia entre 1 y 3, siendo 1 la más baja y 3 la más alta

El número de prioridad del riesgo NPR se calcula mediante la fórmula:

$$\text{NPR} = \text{Severidad} \times \text{Importancia} \times \text{Probabilidad} \times \text{Impacto}$$

En función del resultado obtenido de esta multiplicación se le asignan etiquetas de colores:

- Si $\text{NPR} > 30$ se le asigna una etiqueta roja
- Si $30 \geq \text{NPR} > 15$ se le asigna una etiqueta naranja
- Si $15 \geq \text{NPR} > 0$ se le asigna una etiqueta verde

Aplicando esta técnica se obtiene la siguiente tabla:

ID	TIPO	DESCRIPCIÓN RIESGO	CONSECUENCIA	SEV.	IMPOR.	PROB.	IMP.	NPR	ACCIÓN DE MITIGACIÓN
1	TE	Errores en la plataforma de colaboración	Genera problemas de comunicación	3	4	3	1		Considerar una plataforma alternativa ampliamente utilizada.
2	TE	Fallos en los servidores	Retraso en la ejecución de tareas	4	4	2	2		Prever un contrato de renting por el que si fallan los puedan sustituir. Contratar un buen servicio de mantenimiento de servidores.
3	TE	Mala estimación de recursos técnicos	Lentitud en la ejecución de procesos	3	3	2	2		Realización de análisis de volumetrías previos. Reservar partida económica para mas equipos.
4	RE	Requisitos mal definidos	Desarrollo de funcionalidades equivocadas	3	3	2	1		Solicitar la aceptación a los requisitos.
5	RE	Cambios en los requisitos	Aumento de coste y tiempo sobre lo planificado	3	2	2	2		Definir un buen plan de gestión del cambio.
6	RE	Entregables de baja calidad	No se acepta el entregable	2	2	1	2		Prever ciclos de revisión de los entregables con antelación.
7	PR	Socio insolvente técnicamente	Retrasos en las entregas y posible no aceptación del proyecto	2	3	1	2		Analizar exhaustivamente los socios participantes. Sustituirlo por otro mejor preparado.
8	PR	Expectativas temporales no realistas	Insatisfacción de los interesados	4	4	3	2		Implicar a los responsables de las tareas para contrastar las estimaciones.
9	PR	Toma de decisiones inapropiada	Retrasos y sobrecostes en el proyecto	5	5	3	3		Solicitar asesoramiento por los especialistas.
10	PE	Baja de persona clave en el equipo	Retrasos sobre la estimación	3	3	3	2		Proponer personas de backup de las personas clave.
11	PE	Falta de comunicación entre equipos	Retrasos y duplicación de trabajos	3	3	4	1		Promover y facilitar las comunicaciones. Solicitar confirmación de cualquier intercambio de información.
12	PE	Roces entre miembros del equipo	Mal ambiente de trabajo, mala calidad y retrasos	3	2	2	1		Fijar claramente los roles y responsabilidades de cada miembro del equipo.

13	SE	Accesos no autorizados al sistema	Filtración de información confidencial	5	5	3	2		Implementar un sistema de seguridad de acceso con certificado digital y clave cifrada.
14	SE	Fallo en la custodia del CPD	Pérdida y filtración de datos	5	5	1	1		Establecer turnos de vigilancia 24x7.
15	LE	Contrato mal definido	Denuncias por desacuerdo entre las partes	3	4	4	2		Asesorarse por un buen abogado a la hora de redactar los contratos.
16	LE	Cambios en la legislación	Retrasos y sobrecostos de adaptación	2	3	2	2		Permanecer atento a las noticias sobre temas relacionados con las tecnologías utilizadas.
17	FE	Incendio en un edificio de trabajo	Pérdida de trabajo, retrasos y sobrecostos	3	2	1	3		Prever un sistema contraincendios con extintores y sprinkler y realizar el mantenimiento con frecuencia.
18	FE	Aparición de un producto similar antes de la finalización del proyecto	Mayor competencia y dificultad de explotación	3	2	2	2		Registrar patentes lo antes posible.

Tabla 18. Análisis de Riesgos utilizando metodología AMFE

4.3.3 Descripción del consorcio en conjunto

Para la realización de este proyecto se ha reunido un conjunto de entidades públicas y privadas de gran prestigio que han demostrado experiencia y profesionalidad en la colaboración en proyectos similares finalizados con éxito.

Los miembros del consorcio son y sus funciones se pueden ver en la siguiente imagen de manera conjunta:

INTEGR4LL	UC-UNIMI	RECREDI-SEC	METADRONICA	AYAL
• Coordinación e integración de los trabajos de los socios. • Gestión de subcontratación. • Pruebas de verificación del funcionamiento del sistema completo. • Gestión de tareas de divulgación y explotación	• Cálculo de rutas con técnicas metaheurísticas. • Algoritmos de Machine Learning para optimización de rutas	• Análisis y procesamiento de las imágenes capturadas por los drones para la caracterización de ocupación de los espacios • Estudio, Desarrollo e Implantación de protocolos y configuración de red con seguridad	• Automatización de vuelo de drones y aplicación de métodos avanzados de seguridad anti-caída y anti-choque	• Anfitrión del piloto. • Técnicas de Gestión del tráfico y el aparcamiento urbano. • Experiencia de usuario

Figura 14. Consorcio y funciones de los socios

4.3.4 Recursos necesarios

4.3.4.1 Humanos

Para poder realizar todas las tareas descritas anteriormente es necesario disponer de un equipo humano convenientemente preparado con experiencia contrastada en todas las tecnologías a aplicar. Es muy importante que todas las personas tengan una alta predisposición al trabajo en equipo y a la colaboración con compañeros de sus propias entidades o del resto de entidades participantes.

Se ha estimado una carga de trabajo continuada para los siguientes recursos, desglosados en la siguiente tabla por categoría y socio:

CATEGORÍAS	NÚMERO DE RECURSOS POR CATEGORÍA Y SOCIO				
	INTEGR4LL	UC-UNIMI	RECREDI-SEC	METADRONICA	AYAL
Director de proyecto	1				
Jefe de equipo	1		1	1	
Ingeniero Senior	2	2	2	2	1
Ingeniero Junior				1	

Tabla 19. Distribución de recursos humanos por categoría y socio

La dedicación de los recursos a cada tarea de los diferentes paquetes de trabajo se ve reflejada en la siguiente tabla, en unidades meses/hombre. La tabla muestra también, por colores, el tipo de participación de cada socio, si es en calidad de coordinador del paquete de trabajo o bien en calidad de participante.

WP / TAREA	DESCRIPCIÓN	Meses/hombre					
		INTEGR4LL	UC-UNIMI	RECREDI-SEC	METADRONICA	AYAL	TOTAL
WP1	Gestión del proyecto	21	1	1	1	1	25
T1.1	Planificación de los trabajos	3					3
T1.2	Seguimiento y control	12	1	1	1	1	16
T1.3	Gestión de incidencias y cambios	4					4
T1.4	Cierre del proyecto	2					2
WP2	Estudio de viabilidad	5	3	3	10	3	24
T2.1	Definición de la idea	2			2		4
T2.2	Estudio de la situación actual	1			3	1	5
T2.3	Definición de requerimientos	1	2	1	2	1	7
T2.4	Estudio y evaluación de alternativas	1	1	2	3	1	8
WP3	Diseño y construcción del sistema	10	11	17	18	1	57
T3.1	Definición de la arquitectura	1	1	3	2		7
T3.2	Verificación y validación de la arquitectura	1	1	1	1		4
T3.3	Análisis funcional detallado	4	2	3	3	1	13
T3.4	Diseño técnico	2	2	3	3		10
T3.5	Desarrollo del soft. e infraestructura	2	5	7	9		23
WP4	Implantación del sistema	6	7	13	9	4	39
T4.1	Definición del plan de implantación	1	1	2	1	1	6
T4.2	Generación de prototipos	1	2	5	2		10
T4.3	Verificaciones y ajustes	2	2	3	3	1	11
T4.4	Aprobación de la versión	1	1	1	1	1	5
T4.5	Ejecución del plan de implantación	1	1	2	2	1	7
WP5	Divulgación y explotación	9	2	2	2	4	19
T5.1	Elaboración del plan de divulgación	2	1	1	1	1	6
T5.2	Elaboración del plan de explotación	1				1	2

T5.3	Ejecución del plan de divulgación	3	1	1	1	1	7
T5.4	Ejecución del plan de explotación	3				1	4
	TOTAL	51	24	36	40	13	164

Tabla 20. Distribución detallada de la dedicación del equipo por tareas

Leyenda:

	Coordinador del paquete de trabajo
	Participante en el paquete de trabajo
	No participa en el paquete de trabajo

En porcentaje, la participación de los socios en la totalidad del proyecto se puede representar de la siguiente manera:

Porcentaje de participación de socios en el proyecto

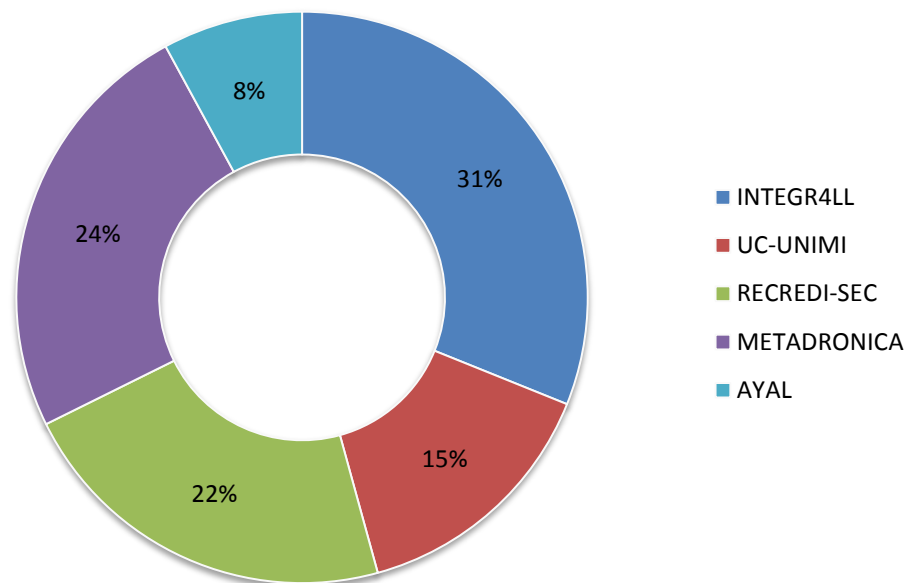


Figura 15. Porcentaje de participación de socios en el proyecto

Ahondando más, el grado de participación de los socios a nivel de paquete de trabajo se puede observar en la siguiente figura comparativa:

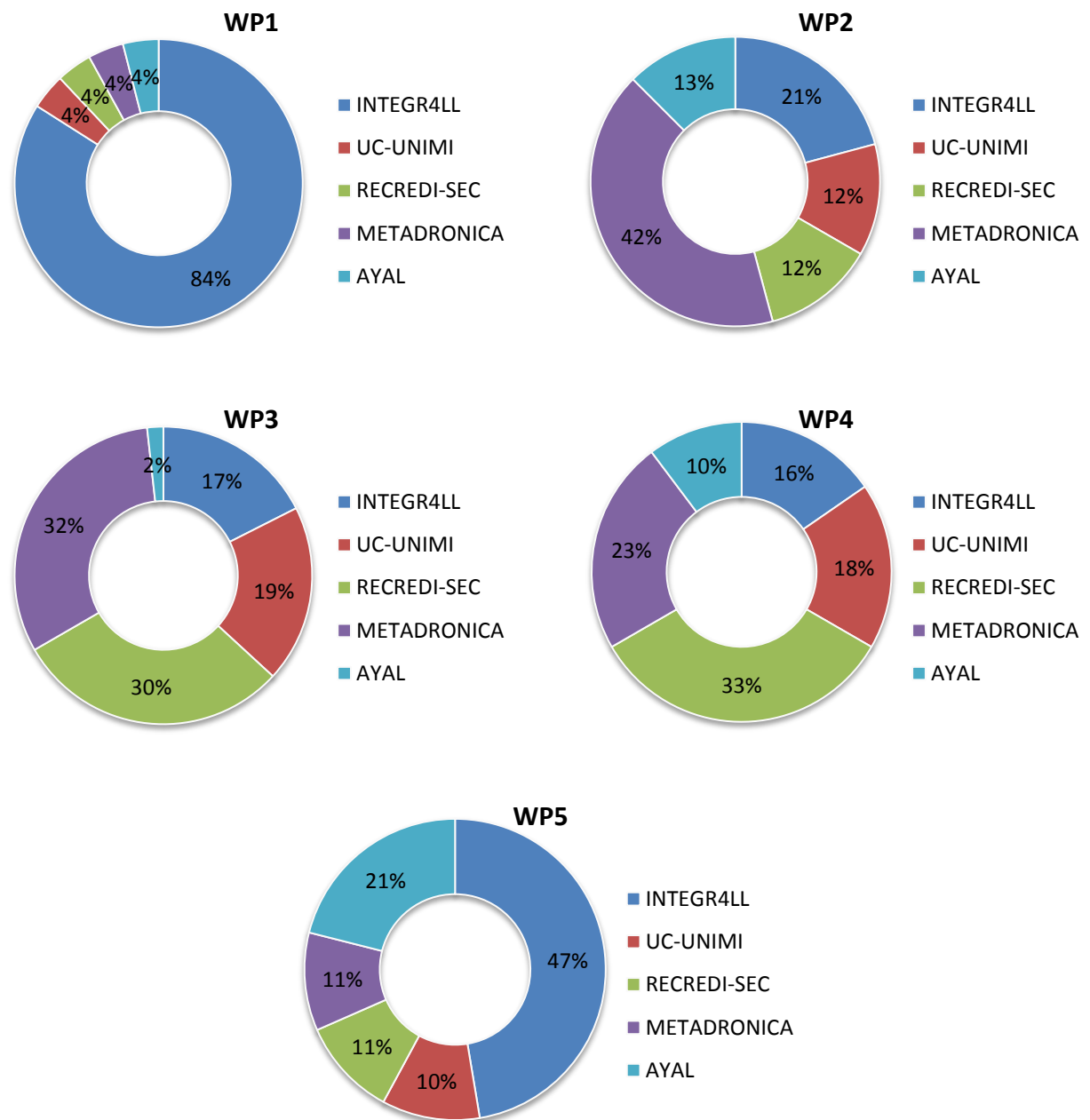


Figura 16. Porcentaje de participación de los socios por WP

El peso que tienen los diferentes paquetes de trabajo sobre el proyecto completo se puede ver gráficamente en la siguiente figura:

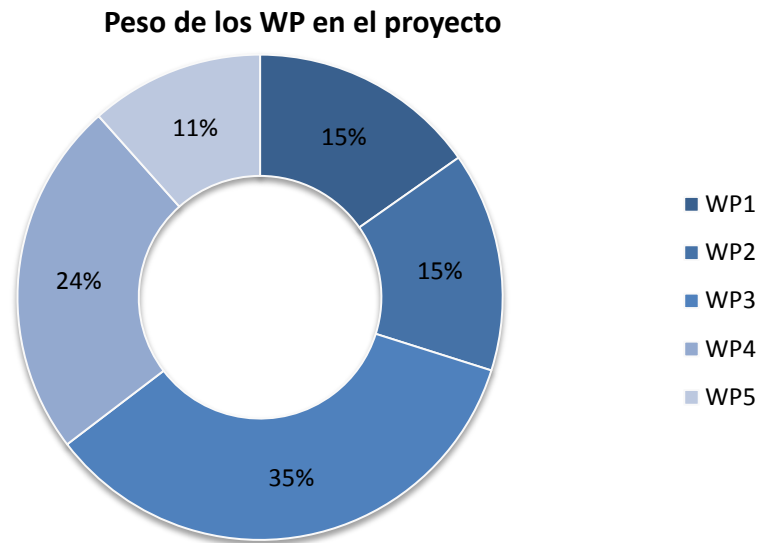


Figura 17. Peso de los paquetes de trabajo en el proyecto

Se puede apreciar que los paquetes donde se acumula mayor carga de trabajo son el “WP3 – Diseño y Construcción del Sistema” y “WP4 – Implantación del sistema”. Repartiéndose los otros tres paquetes de una forma muy equilibrada.

4.3.4.2 Materiales y técnicos

Además de los recursos personales es necesario contar con otros recursos materiales y técnicos para poder abordar el proyecto.

Los más importantes son los ordenadores personales, que se contratarán en modalidad de renting, consumibles, espacios y salas de trabajo, material para la construcción de los prototipos, licencias de herramientas.

En cuanto a la parte técnica de los entornos de trabajo, se optará por una configuración de “programación en la nube”, alquilando los servidores necesarios para formar tres entornos independientes y completamente operativos de la plataforma, uno para desarrollo, otro para pruebas y otro para la construcción del prototipo final.

Cada entorno estará compuesto por un servidor virtual para la aplicación y un servidor para alojar la base de datos. Además, se contratará un servidor adicional que se utilizará de repositorio de código y repositorio documental. Todo ello será accesible desde cualquier lugar contando con una conexión a internet.

Los servidores contratados serán elásticos y su capacidad se definirá más adelante, durante la ejecución del proyecto.

4.4 MIEMBROS DEL CONSORCIO

El consorcio está formado por ocho entidades participantes, entre públicas y privadas, incluyendo centros de investigación y universidades.

Además de los miembros del consorcio se contará con la colaboración de otras empresas que prestarán sus servicios en modo de subcontratación. Se ha decidido hacerlo así ya que el aporte que proporcionan estas compañías, siendo importante para el desarrollo del proyecto, no supone una tarea de innovación en sí, aspecto que se considera importante en las bases de la convocatoria.

A continuación se describen las entidades participantes en el consorcio así como las terceras partes que participarán subcontratadas.

4.4.1 Participantes

Se consideran participantes aquellas compañías o entidades públicas o privadas que firman el acuerdo de consorcio con el coordinador comprometiéndose a realizar el proyecto con el alcance, tiempo y coste acordados y dentro de las premisas de calidad establecidas con el objetivo de alcanzar la satisfacción del patrocinador más allá de la entrega del producto.

Los socios participantes de este consorcio son los que se detallan a continuación.

4.4.1.1 INTEGR4LL

Empresa multinacional española que desempeña su labor en el ámbito de la industria y la tecnología. Su participación en el consorcio es fundamental. Es el coordinador y responsable de integración del sistema completo y coordinará también el trabajo realizado en subcontratación. Es además responsable de varios paquetes de trabajo. Interactuará con el resto de socios en todos los paquetes de trabajo.

4.4.1.2 UC-UNIMI

La Unidad de Cálculo de la Universidad de Milán, y más concretamente sus departamentos de Cálculo Aplicado y Transferencia Tecnológica, colaborará en el desarrollo de algoritmos utilizando técnicas metaheurísticas y aprendizaje

automático, que aplicándolas de forma combinada, ayudarán a RECREDI y METADRONICA a optimizar, por una parte la ruta de los drones para obtener la máxima visibilidad sobre la zona vigilada y por otra parte la ruta ofrecida al usuario para acceder a la plaza de aparcamiento más próxima al lugar deseado.

4.4.1.3 RECREDI-SEC

Compañía portuguesa dedicada a la aplicación de soluciones de red para transmisión de información mediante protocolos seguros. Ayudará al consorcio en las tareas de transmisión de la señal de vídeo captada por la cámara desde este dispositivo hasta el servidor central, encriptada de forma que no pueda ser interceptada por el camino. Esto es de obligado cumplimiento ya que las imágenes captadas deben ser protegidas y no deben permitir la identificación de los transeúntes. La única finalidad para la que se pueden utilizar es para la identificación de plazas de aparcamiento. Colaborará estrechamente con METADRONICA ya que será ésta compañía la que capture las imágenes a transmitir. Colaborará también con RECREDI-SEC, UC-UNIMI para hacer llegar al usuario la mejor ruta posible sin riesgo de desvelar públicamente la ubicación del usuario en la red.

4.4.1.4 METADRONICA

Esta compañía alemana ficticia tiene la patente de ESQUIVA, un sistema de máxima fiabilidad capaz de detectar y bordear obstáculos en vuelo. Será el encargado de desarrollar la programación del vuelo de los drones evitando obstáculos tanto en su trayectoria como en la visibilidad de las imágenes recogidas por sus cámaras. También se encargará del mantenimiento de los drones.

Actualmente posee soluciones de fotografía aérea de alta calidad con drones, emisión de vídeo Full HD en streaming y filmación aérea para cine y televisión

4.4.1.5 AYAL

El Ayuntamiento de Alcobendas colaborará prestando un terreno en el que probar el piloto y facilitando los datos del censo de plazas de aparcamiento existentes en la vía pública. Esta información será necesaria para probar los algoritmos de caracterización de plazas y cálculo de rutas, permitiendo/ ofrecer al usuario una información precisa sobre el estado de ocupación de cada plaza y sus posibilidades de ocupación en función de las características de las mismas. Las características pueden ser, por ejemplo, plaza de pago, plaza reservada para minusválidos, plaza de carga y descarga, plaza de estacionamiento permitido en horario restringido, etc.

El ayuntamiento colaborará también en la fase de pruebas de usuario proporcionando un grupo restringido de usuarios que utilizarán la aplicación en un entorno controlado y proporcionarán su experiencia de usuario. Sus opiniones servirán de gran ayuda para la optimización del sistema.

4.4.2 Terceras partes

Además de las entidades que conforman el consorcio se prevé la contratación de los servicios de otras empresas externas para la realización de trabajos necesarios pero cuya realización no supone un aporte extraordinario de investigación o innovación. Este es el caso de las tareas de desarrollo de las aplicaciones de interfaz con el usuario, pequeñas tareas de obra civil de instalación de paneles informativos verticales, las tareas de asesoría legal necesarias para cumplir en todo momento la normativa vigente y una auditoría externa por cada socio. Para ello se contará con la colaboración de NOVATELCO, OBRAVIAL, LAWTIC.ES y AUDIMAD

NOVATELCO.

Es una PYME dedicada al desarrollo de aplicaciones multiplataforma acostumbrada a una dinámica de trabajo cambiante tal como exige la velocidad a la que se mueve el mundo tecnológico actual. Sus objetivos de mejora continua pasan por reducir el time to market y aumentar la satisfacción del cliente, lo que le ha llevado alcanzar un gran reconocimiento en su sector y un rápido crecimiento empresarial.

Se subcontratará con esta compañía los trabajos de desarrollo de tres aplicaciones:

Una aplicación web que muestre sobre un mapa, la posibilidad de añadir diferente información en capas. Una capa mostrará la densidad de tráfico con un código de colores. Cuanto más oscuro sea el color, más congestionada estará la zona. Otra capa mostrará la ruta para llegar de un origen a un destino previamente configurado y otra capa mostrará la información de última milla, más ampliada, en la que se distinguirán perfectamente las plazas de aparcamiento existentes en la zona y su estado de ocupación o disponibilidad en tiempo real. Las tres capas de deben poder ver simultáneamente y se debe distinguir con facilidad la información que aporta cada una. La aplicación utilizará un servicio de recálculo de rutas de forma que cuando reciba del servidor central una ruta más adecuada deberá repintarla sobre el mapa, permitiendo al usuario seguir la nueva ruta.

En segundo lugar, una aplicación móvil para Android e IOS con la misma funcionalidad que la aplicación web anteriormente descrita y que, adicionalmente permita su manejo íntegro mediante instrucciones de voz de forma sencilla.

En tercer lugar, una pequeña aplicación, más sencilla, que permita mostrar, en unos paneles verticales que se instarán en determinadas zonas de la vía pública, la información de disponibilidad de aparcamiento de la calle en la que se encuentra el panel o bien de calles contiguas debidamente indicado.

OBRAVIAL.

Pequeña empresa surgida en el año 2002 que desarrolla su actividad en el área de la construcción y que ha sabido mantenerse, a pesar de la crisis en su sector, gracias a su apuesta por la innovación y su capacidad de adaptación a los cambios impuestos por la sociedad. Especializada en la señalización fija en carreteras y vías urbanas, ofreciendo también servicios de conservación y mantenimiento de infraestructuras.

Se subcontratará con esta compañía los trabajos de instalación en la vía pública de los paneles informativos verticales, incluyendo toda la gestión de permisos y licencias necesarias. El contrato incluirá un servicio de mantenimiento en concepto de garantía durante el primer año.

LAWTIC.ES.

PYME de asesoría legal especializada en el ámbito de las TIC. Se subcontratará con esta compañía los trabajos de asesoría y defensa derivados de las distintas contrataciones: contrato entre los socios, contratos con las terceras partes, contrato con La Unión Europea. Adicionalmente se solicitará su participación para la asesoría sobre las normativas a aplicar en las diferentes áreas del proyecto, así como el aseguramiento de su cumplimiento.

AUDIMAD.

Compañía especializada en servicios de auditoría contable y técnica, asesoramiento fiscal, laboral, contable, consultoría económico-financiera y comercial, consultoría de Organización de sistemas y auditorías financieras.

5 CONCLUSIONES

Como conclusión se puede afirmar que con la implantación de este proyecto se conseguirá cumplir los retos sociales planteados por la convocatoria, en particular se permitirá:

Reducir a la mitad el tiempo que un conductor medio invierte en aparcar diariamente, reduciendo del mismo modo la frustración que siente cuando intenta buscar un hueco de aparcamiento y no lo encuentra.

Ahorrar combustible, lo que tendrá dos consecuencias positivas, el ahorro económico en sí y la reducción de emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, que son los causantes de multitud de alergias y problemas respiratorios en la población urbana. Esta mejora en la calidad del medioambiente será muy celebrada por las personas que sufren de estos problemas de salud y también por la administración pública, ya que supondrá una reducción en los costes de los tratamientos derivados de esas enfermedades.

Reducir el índice de accidentes ya que el conductor no tiene que desviar su atención de la carretera para encontrar aparcamiento, si no que el sistema le guía directamente hacia el lugar disponible. Sin el uso de este sistema, mientras el conductor está centrado en la búsqueda de aparcamiento no está prestando total atención a la carretera y por tanto estaría en riesgo de verse involucrado en un accidente.

En los casos en que el sistema se instale bajo la modalidad de estacionamiento regulado con pago por uso, se podrá optimizar el tiempo de los vigilantes, pudiendo dar servicio cada vigilante a una zona más amplia y pudiendo consultar el estado de toda su zona de actuación mediante la aplicación móvil desde cualquier lugar y en cualquier momento.

Técnicamente, el sistema es muy escalable, por lo que podrían añadirse nuevas funcionalidades según vaya surgiendo la necesidad, por este motivo los posibles trabajos futuros que pueden surgir a partir de este proyecto son innumerables. Podríamos comenzar indicando los siguientes:

- podría conectarse a una plataforma de pago
- podría utilizarse para la localización de vehículos robados, facilitando a la Policía o a las autoridades competentes la ubicación de determinados vehículos.
- Podría utilizarse para la gestión automatizada de multas por mal aparcamiento, indicando al vigilante la ubicación del vehículo infractor y guiándole hacia él.
- podría formar parte de un sistema mayor que reúna y centralice la totalidad del Transporte Inteligente de la ciudad.
- Las imágenes tomadas por los drones pueden ser utilizadas para un sinnúmero de aplicaciones aprovechando la misma idea de explotación de los resultados, sin más que adaptar el software de caracterización para extraer la información que quiera ser analizada para cada uso.

La elaboración de este Trabajo de Fin de Máster ha supuesto un doble reto. Por una parte el reto de adquirir los conocimientos sobre la temática elegida, en este caso la movilidad urbana en las ciudades inteligentes, desarrollando el caso concreto de un sistema de localización de plazas de aparcamiento disponibles en el destino de una ruta. Por otra parte el reto de aplicar a un caso práctico los conocimientos adquiridos en las distintas asignaturas cursadas en el Máster.

Para realizar el proyecto se han definido los objetivos que se deseaban alcanzar y se han evaluado varias convocatorias de financiación posibles nacionales y europeas, eligiendo finalmente una convocatoria del programa H2020 por considerar que se adecuaba mejor a las características del trabajo a desarrollar.

A continuación se ha elegido el consorcio. Un grupo de entidades públicas y privadas con la experiencia suficiente en las tecnologías que componen el sistema y un equipo de profesionales ilusionados con el proyecto y con las posibilidades de desarrollo profesional que éste les brinda.

Seguidamente se ha contextualizado el problema que se pretende resolver, investigando el estado actual del mismo y las soluciones que se están aplicando hasta el momento. Esto nos ha llevado a identificar los puntos débiles de las soluciones existentes y a proponer otras nuevas que superen las barreras detectadas.

Esto nos ha llevado a comenzar con el desarrollo de la propuesta basándonos en las condiciones de la convocatoria. A partir de aquí se ha redactado una memoria técnica y una memoria económica, haciendo uso del material y conocimientos adquiridos durante el curso y de la investigación realizada en Internet. Así por ejemplo, se tocan temas de metodología, de la creación de un plan de trabajo con sus paquetes de trabajo y entregables e hitos, se habla de la estructura organizativa del consorcio, de la gestión de riesgos, la gestión de recursos técnicos y humanos, el cálculo del presupuesto, la divulgación y explotación del proyecto y la evaluación del impacto del proyecto comparando los valores reales con los estimados. Un compendio de tareas encadenadas a las que debemos acostumbrarnos en el ejercicio de la actividad de un Director de Proyectos.

No ha sido un trabajo fácil, puesto que en el camino siempre se encuentran muchas dificultades y bloqueos que gracias al trabajo propio y a la figura del Director del TFM, en última instancia, se consiguen superar.

Para finalizar, quiero manifestar mi satisfacción con el resultado obtenido ya que ahora me encuentro más capacitada para afrontar trabajos de dirección de proyectos tecnológicos, razón por la que decidí iniciar los estudios de este Máster de Diseño y Gestión de Proyectos Tecnológicos en la Universidad Internacional de La Rioja.

REFERENCIAS Y ENLACES

AESA. (2014). El Uso De Los Drones En España. *Ministerio de Fomento- España*, 1–5.

Arrieta, E., & Editorial, U. (2015). Berlín instala los primeros sensores para detectar plazas de aparcamiento libres. Retrieved from <http://www.expansion.com/economia-digital/companias/2015/10/26/562e295e268e3eab3c8b45a2.html>

BOE. (2014). Ley Impuesto de Sociedades 27/2014. Retrieved June 18, 2016, from <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2014-12328>

DGT. (2014). Ley 6/ 2014, de 7 de abril, por la que se modifica el texto articulado de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial, aprobado por el Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo (BOE núm. 85, de 8 de abril de 2014).

Edison Galicia. (2011). Urbisen.

F2e.es. (2016). La smart city española destaca en movilidad y falla en cohesión. Retrieved from <http://www.f2e.es/es/la-smart-city-espanola-destaca-en-movilidad-y-falla-en-cohesion>

Fernández Güell, J. M., & Collado Lara, M. (2014). Ciudades y ciudadanos en 2033. La transformación urbana de España. Retrieved July 10, 2016, from <https://www.pwc.es/es/publicaciones/espana-2033/assets/ciudades-y-ciudadanos-en-2033.pdf>

Gobierno de España. (2015). Plan Nacional de Ciudades Inteligentes. Retrieved June 20, 2016, from http://www.minetur.gob.es/turismo/es-ES/Novedades/Documents/Plan_Nacional_de_Ciudades_Inteligentes.pdf

Google Blog. (2009). The bright side of sitting in traffic: Crowdsourcing road congestion data. Retrieved May 24, 2016, from <https://googleblog.blogspot.com.es/2009/08/bright-side-of-sitting-in-traffic.html>

Google Blog. (2013). Google maps and waze outsmarting. Retrieved June 6, 2016, from <https://googleblog.blogspot.com.es/2013/06/google-maps-and-waze-outsmarting.html>

Google Maps. (2016). Google Maps. Retrieved June 14, 2016, from

https://es.wikipedia.org/wiki/Google_Maps

H2020, E. (2016). H2020 - SC1-PM-09-2016 - 5 - research and innovation action 2 - standard proposal template. *Eu H2020*.

PWC, IE Business School, & Telefónica. (2014). Smart Cities, la transformación digital de las ciudades. Retrieved June 9, 2016, from <https://iot.telefonica.com/libroblanco-smart-cities/media/libro-blanco-smart-cities-esp-2015.pdf>

Siemens. (2016). Intelligent parking drone technology wins siemens first mobilit. Retrieved June 6, 2016, from <http://news.usa.siemens.biz/press-release/mobility-and-logistics/intelligent-parking-drone-technology-wins-siemens-first-mobilit>

Stenovec, T. (2015). how-google-maps-knows-about-traffic-2015-11. Retrieved July 7, 2016, from <http://www.techinsider.io/how-google-maps-knows-about-traffic-2015-11>

Telecom, W. (2016). WeGo&Park: Detección de plazas de aparcamiento. *Wwww.wtelecom.es*. Retrieved from <http://www.wtelecom.es/productos-y-servicios/smart-cities-solutions/wegopark/>

UK Civil Aviation Authority. (2015). Unmanned Aircraft Requirements for operating in airspace. Retrieved June 10, 2016, from <http://www.caa.co.uk/unmannedaircraft/>

Waze. (2016). Waze Ltd. Retrieved June 10, 2016, from <https://es.wikipedia.org/wiki/Waze>

GLOSARIO

TÉRMINO	DESCRIPCIÓN
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
CdA	Certificado de aeronavegabilidad
D&A	Detect and Avoid. Detectar y Evitar. Regla básica de la navegación aérea para impedir colisiones
EOI	Escuela de Organización Industrial
Heurística	Arte, técnica o procedimiento para práctico o informal para resolver problemas mediante la creatividad y el pensamiento lateral o divergente. Se basa en la experiencia de resolver problemas y ver cómo otros lo hacen
IA	Innovation Activity. Actividad de innovación
IDEA	Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
IoT	Internet of Things. Internet de las cosas.
KPI	Key Performance Indicator. Indicador clave de rendimiento.
MaaS	Mobility as a Service. Movilidad como un servicio.
Machine Learning	Aprendizaje automático o aprendizaje de máquinas. Es una rama de la inteligencia artificial.
Metaheurística	Método heurístico para resolver un tipo de problema computacional general, usando los parámetros dados por el usuario sobre unos procedimientos genéricos y abstractos de una manera que se espera eficiente.
MINETUR	Ministerio de Industria, Energía y Turismo
PMUS	Plan de Movilidad Urbana Sostenible
R&D	Research and Development. Investigación y Desarrollo
RIA	Research and Innovation Activity. Actividad de investigación e innovación
SEGITUR	Sociedad Estatal para la Gestión de la Innovación y las Tecnologías Turísticas
SETSI	Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información
Smart city	Ciudad inteligente.
Smart mobility	Movilidad inteligente
Smart parking	Aparcamiento inteligente.
UAV	Unmanned Aerial Vehicle. Vehículo aéreo no tripulado o dron
Visión artificial	Técnicas de análisis de imágenes por ordenador