



ENTREGABLE R3

“GUÍA DE ENTREGABLES”



27 de Marzo, 2015



Movilidad Inteligente: Wifi, Rutas y Contaminación
Proyecto I+D+i Ene-Oct, 2015. Nº GG13003IDII. OTRI-UMA # 8.06/5.47.4356.

Contenidos

1	Introducción y descripción.....	1
1.1	Partes y contenidos del presente entregable	2
1.2	Acrónimos y abreviaturas.....	3
1.3	Relaciones entre los hitos y los resultados de valor añadido	3
	Descripción técnica de entregables (R1 – R10)	5
1.1	R1 – Diseño técnico del sistema: CTPATH.....	6
	Resumen del entregable	6
	Relaciones con otros entregables	6
	Importancia del entregable.....	6
	Detalles técnicos y relevantes del entregable	7
1.2	R2 – Diseño técnico del sistema: HITUL.....	7
	Resumen del entregable	7
	Relaciones con otros entregables	8
	Importancia del entregable.....	8
	Detalles técnicos y relevantes del entregable	9
1.3	R3 – Guía de entregables (éste documento).....	10
	Resumen del entregable	10
	Relaciones con otros entregables	10
	Importancia del entregable.....	11
	Detalles técnicos y relevantes del entregable	11
1.4	R4 – Gestión y tareas para CTPATH	11
	Resumen del entregable	11
	Relaciones con otros entregables	11
	Importancia del entregable.....	12
	Detalles técnicos y relevantes del entregable	12
1.5	R5 – Gestión y tareas para HITUL	12
	Resumen del entregable	12
	Relaciones con otros entregables	13
	Importancia del entregable.....	13
	Detalles técnicos y relevantes del entregable	13
1.4	R6 – Competidores y estado del arte	14

Resumen del entregable	14
Relaciones con otros entregables	14
Importancia del entregable.....	15
Detalles técnicos y relevantes encontrados en este entregable	15
1.5 R7 – Ventajas sobre los competidores.....	16
Resumen del entregable	16
Relaciones con otros entregables	17
Importancia del entregable.....	17
Detalles técnicos y relevantes encontrados en este entregable	18
1.6 R8 - Análisis de las Necesidades de Hardware.....	18
Resumen del entregable	18
Relaciones con otros entregables	19
Importancia del entregable.....	19
Detalles técnicos y relevantes encontrados en este entregable	20
1.7 R9 - Análisis de las Necesidades de Software	20
Resumen del entregable	20
Relaciones con otros entregables	21
Importancia del entregable.....	21
Detalles técnicos y relevantes encontrados en este entregable	21
1.8 R10 – Informe final.....	22
Resumen del entregable	22
Relaciones con otros entregables	23
Importancia del entregable.....	23
Detalles técnicos y relevantes encontrados en este entregable	23
2 Descripción técnica de los entregables “software” (S1-S4)	24
2.1 S1 - Prototipo #1 HITUL.....	24
Resumen del entregable	24
Relaciones con otros entregables	25
Importancia del entregable.....	25
Detalles técnicos y relevantes encontrados en este entregable	25
2.2 S2 - Prototipo #2 HITUL.....	26
Resumen del entregable	26
Relaciones con otros entregables	26

Importancia del entregable.....	27
Detalles técnicos y relevantes encontrados en este entregable	27
2.3 S3 - Prototipo #1 CTPATH.....	28
Resumen del entregable	28
Relaciones con otros entregables	28
Importancia del entregable.....	28
Detalles técnicos y relevantes encontrados en este entregable	29
2.4 S4 - Prototipo #2 CTPATH.....	29
Resumen del entregable	29
Relaciones con otros entregables	29
Importancia del entregable.....	30
Detalles técnicos y relevantes encontrados en este entregable	30
3 Resultados de valor añadido.....	30
3.1 Sitio web del proyecto e instrumentos de difusión.....	30
3.2 Lista de artículos científicos-técnicos relevantes.....	32
3.3 Scripts software	32
3.4 Datos abiertos recogidos en este proyecto	33
Referencias.....	35

1 Introducción y descripción

Este informe describe los **entregables** principales que tendremos en el proyecto. Adicionalmente a la lista de hitos, se dan algunas **ideas** de cómo se realiza el trabajo que se entrega realmente y en qué resultados se piensa trabajar como valor añadido, con el fin de terminar exitosamente el proyecto. Este documento contiene solamente una **descripción** de las principales cuestiones relativas a los entregables, sin ninguna intención de reemplazarlos. Esto significa que propósito y la información detallada se encontrarán en los propios entregables, mientras que aquí se hará poco más que listarlos. Esto ayudará a la comprensión y la planificación del proyecto, sirviendo además como una lista centralizada de tareas a realizar durante el tiempo de vida del proyecto.

Los entregables en este proyecto son de **dos tipos: informes** (documentos escritos) y **software** (programas de ordenador). Los informes se nombrarán comenzando con la letra “**R**”, mientras que los entregables software se nombrarán comenzando por la letra “**S**”.

Este proyecto tiene dos objetivos principales: **(i)** la creación de un servicio para aconsejar **rutas** a los conductores y **(ii)** desarrollar un paquete software para el apoyo a la toma de decisiones sobre los tiempos en rojo de los **semáforos**. Si bien esos dos objetivos son desafiantes, se quiere generar resultados de valor añadido, como datos abiertos relacionados con la ciudad, pequeñas herramientas software, mapas de datos, etc.

El sistema de sugerencia de rutas se llama **CTPATH**, mientras que el planificador de los semáforos se llama **HITUL**. Principalmente, tenemos **tres tipos de entregables**:

- **Tipo I** : los relacionados directamente a CTPATH: R1, R4, S3 y S4.
- **Tipo II** : los relacionados directamente a HITUL: R2, R5, S1 y S2.
- **Tipo III** : los relativos al proyecto en sí: R3, R6, R7, R8, R9 y R10.

En la tabla 1 se listan todos ellos, marcados con tres colores básicos (el tipo III se subdivide a su vez en los subgrupos a/b/c tal y como se explica a continuación). Los **dos informes en cada aplicación** (R1+R4 y R2+R5) describen las funcionalidades y componentes de cada aplicación, además de cómo se realizará la gestión y manipulación técnica de las herramientas que se implementarán. Los dos paquetes software de cada aplicación (S3+S4 y S1+S2) representan el escenario común en el desarrollo del software donde un prototipo inicial será construido, evaluado, probado y entonces mejorado para producir la aplicación final. Nosotros empleamos **metodologías ágiles** [Rub12, AR14] de la ingeniería de software, se desarrollarán varios prototipos internos y seguiremos diferentes etapas, llamadas *sprints*, donde probando las versiones previas y mejorándolas iterativamente

El **tercer tipo** de entregables afecta al proyecto completo (y por supuesto a las propias aplicaciones) y se subdivide a su vez en **tres tipos: (a)** interno, **(b)** externo y **(c)** para el organismo de financiación. Los entregables **internos** se desarrollarán según nuestras necesidades como ingenieros software. R8 y R9 analizarán los requisitos del proyecto y

contienen consejos, análisis crítico y las principales decisiones relativas al hardware y software que se utilizará (respectivamente). Los entregables **externos** (R6) amplían la información sobre nuestros competidores, desde un punto de vista industrial y académico. También se profundizará más en lo nuevo y mejor de nuestras soluciones (R7). Y finalmente, el tercer tipo (para el **organismo de financiación**) expuesto para R3 (el informe actual) y R10, un informe final del proyecto.

Tabla 1. Lista de entregables (los colores representan grupos y subgrupos).

Diseño técnico del sistema: CTPATH	R1	I
Diseño técnico del sistema: HITUL	R2	II
Guía de entregables	R3	III c
Gestión y tareas para CTPATH	R4	I
Gestión y tareas para HITUL	R5	II
Prototipo #1 HITUL	S1	II
Competidores y estado del arte	R6	III b
Ventajas sobre los competidores	R7	III b
Prototipo #1 CTPATH	S3	I
Análisis del hardware necesario	R8	III a
Análisis del software necesario	R9	III a
Prototipo #2 HITUL	S2	II
Prototipo #2 CTPATH	S4	I
Informe final	R10	III c

1.1 Partes y contenidos del presente entregable

El resto de este entregable posee **tres** partes principales, las cuales se han organizado en tres secciones diferentes. En la sección 2 se describe el contenido de los **entregables escritos**, es decir, aquellos que proporcionan al organismo de financiación los tradicionales informes técnicos sobre aspectos técnicos y de gestión del proyecto. En la sección 3 se describen los **entregables software**, el otro tipo de hito y el objetivo principal del proyecto. Por último, en la sección 4 se ha decidido incluir por nuestra parte una discusión explícita sobre **otros resultados** del proyecto que podrían generar un interesante valor añadido. Estos últimos no se introdujeron en la propuesta del proyecto, pero en cambio los ofrecemos como valor agregado para completar satisfactoriamente el proyecto.

Los entregables escritos (informes) se compondrán principalmente de **texto** pero se incluirán tan a menudo como sea posible gráficos, figuras, tablas y otras ayudas que permitan facilitar la lectura. Los entregables software contendrán **programas de ordenador** y material auxiliar para ellos (ficheros con código fuente, archivos compilados, descripciones, manuales de usuario, diagramas UML...). La parte del valor añadido es un contenedor **misceláneo** donde informaremos libremente de los elementos **extras** que saldrán de nuestro trabajo. Dado que este proyecto implica el uso de muchas herramientas tecnológicas y sistemas de computación-detección, esperamos ofrecer más que lo prometido, en nuestra búsqueda de la **calidad y productividad** en nuestras tareas de investigación diarias.

1.2 Acrónimos y abreviaturas

Aquí se resumen los términos que tienen un significado especial en este proyecto y también aquellos que podrían causar malentendidos si no se explican bien. Nuestro objetivo es mejorar la legibilidad del entregable.

Tabla 2. *Acrónimos con su descripción.*

Acrónimo	Descripción
CTPATH	CiTy Path
GUI	Graphical User Interface
HITUL	Holistic Intelligence Traffic Urban Lights
ns3	Network Simulator version 3
SUMO	Simulator of Urban Mobility
TCC	Traffic Control Center
TL	Traffic Light
TLP	Traffic Lights Plans
TraCI	Traffic Control Interface

1.3 Relaciones entre los hitos y los resultados de valor añadido

Este es un entregable muy **especial**, ya que informa sobre el resto de entregables. Desde una **lista en bruto** de entregables parece una manera demasiado imperfecta para informar en un proyecto serio, se ha decidido incluir aquí una discusión de los objetivos, detalles técnicos y relaciones entre todos los distintos entregables que se encuentran en el proyecto.

Figure 1. Cronograma de los entregables de este proyecto.

No obstante, tenemos una variada lista de entregables que muestra con precisión el **duro trabajo** detrás de todas las actividades en este proyecto. Desde que se está tratando con información de una ciudad completa, y se pretende cubrir las necesidades de los ciudadanos y los gestores de la ciudad, cada paso consume mucho tiempo. Los **equipos hardware y software** que son necesarios para desarrollar una simulación, análisis y creación definitiva de las aplicaciones son complejos, y más ha sido la **selección de las tecnologías** que se emplearán.

Esto justifica los diversos hitos descritos en este informe. Aquí solo se indican las **principales decisiones tomadas**, además de enmarcar las clases genéricas de las técnicas que se proponen. Por supuesto, el trabajo diario, los nuevos resultados en curso y nuestra constante **interacción con otros investigadores del mundo** finalmente darán forma al software que se entregará al final del proyecto. Necesitamos la libertad de cambiar algunas decisiones durante el proyecto como lo relativo a la informática, las telecomunicaciones, la investigación, los sensores de la ciudad y las técnicas matemáticas utilizadas aquí están todas en el **límite**, con una compleja interacción entre ellas.

Por supuesto, se debe mencionar también las **dos fuentes de potenciales cambios** en los entregables: la destacada dirección por parte del **organismo de financiación** y las restricciones técnicas que aparecen en nuestra relación con la **ciudad de Málaga**. La unión de nuevas investigaciones avanzadas con el desarrollo final de una herramienta (el resultado del proyecto) y los participantes que nos afectan (el organismo de financiación, el Ayuntamiento y los avances en la investigación mundial) todos justifican que el contenido de los entregables finales puede técnicamente desviarse de la descripción realizada para cada uno de ellos en este documento. No obstante se intentará **prever y mantener nuestros planes** tanto como sea posible, pero esta observación de los cambios tiene que ser hecha, debido a la propia naturaleza del proyecto.

Descripción técnica de entregables (R1 - R10)

En esta sección se reporta en un primer nivel de detalle todo el contenido incluido en todos los entregables que consisten en **documentos escritos** (informes técnicos). Estos informes son etiquetados con una "R" más un número, en total son **10** informes.

Debe quedar claro desde el principio que, dada la propia naturaleza de esta investigación, *Computer Science*, la alta complejidad de este proyecto en acuerdo con una ciudad y el corto tiempo de vida del proyecto, estamos seguros de incluir en los entregables finales más información que los aquí listados. Se tratará de adaptar el plan aprobado inicialmente en la entrega de las **dos aplicaciones finales** para los solicitados informes mensuales, que poseen una considerable influencia (si se hacen correctamente, los informes internos toman mucho tiempo) en el proyecto.

Los entregables sobre los cuatro **prototipos** (dos intermedios y dos finales) de las herramientas software son tratados en una sección diferente (sección 3 de este documento).

1.1 R1 – Diseño técnico del sistema: CTPATH

Resumen del entregable

CTPATH es un sistema diseñado para sugerir diferentes **rutas** alternativas para los conductores, atendiendo a diferentes indicadores de calidad para las rutas como los tiempos de viaje, emisiones de gases de efecto invernadero y consumo de combustible. Se presentan las rutas alternativas en un **mapa** en la página web de CTPATH que puede ser visualizado tanto en un ordenador de sobremesa como en el dispositivo móvil del usuario (smartphone, tablet, etc.).

Este entregable (R1) describe el **diseño técnico** del sistema CTPATH. Se compone de tres partes: (i) la visión general del sistema donde se comentan las funcionalidades de CTPATH; (ii) la arquitectura del sistema que describe los componentes del sistema y las relaciones existentes entre ellos; y finalmente (iii) un prototipo inicial que muestra las funcionalidades del sistema.

Relaciones con otros entregables

La tabla 3 muestra la **relación** entre el entregable R1 y el resto de ellos, para cada uno se mencionan especialmente aquellos que están directamente relacionados con la aplicación (R4, S3 y S4). Adicionalmente, el análisis del hardware y software (R8 y R9) así como una revisión del estado del arte (R6)

Tabla 3. *Entregables relacionados.*

R1. Diseño técnico del sistema: CTPATH	-	R7. Ventajas sobre los competidores	X
R2. Diseño técnico del sistema: HITUL	-	S3. Prototipo #1 CTPATH	X
R3. Guía de entregables	X	R8. Análisis del hardware necesario	X
R4. Gestión y tareas para CTPATH	X	R9. Análisis del software necesario	X
R5. Gestión y tareas para HITUL	-	S2. Prototipo #2 HITUL	-
S1. Prototipo #1 HITUL	-	S4. Prototipo #2 CTPATH	X
R6. Competidores y estado del arte	X	R10. Informe final	X

Importancia del entregable

El entregable R1 define por completo el **sistema** CTPATH, sus características principales, tecnologías empleadas y la propuesta de interfaz de usuario que se presentará a los usuarios de la aplicación.

Adicionalmente, R1 es importante porque:

- R1 y su compañero R4 especifican la base de los acuerdos para el desarrollo del producto CTPATH.
- También es una guía para comprobar el desarrollo de CTPATH, así como una escala para medir el grado de cumplimiento de las características propuestas.

Detalles técnicos y relevantes del entregable

En este entregable se describe la arquitectura y las tecnologías usadas en el núcleo del software CTPATH. Principalmente, se hablarán de las siguientes características:

- Los mapas incluidos se obtienen del proyecto OpenStreetMap y enriquecidos por los datos proporcionados por el Ayuntamiento de Málaga. En ellos se incluye la distribución actual de las calles, semáforos, flujo de vehículos, etc.
- Las rutas de los vehículos son calculadas a partir de los datos obtenidos de un conjunto de sensores que publican datos abiertos vía web, perteneciente al Ayuntamiento de Málaga. Se simularán distintos flujos de tráfico a través de la ciudad usando SUMO [WP08] y conectado a TraCI [KE+12] basándose en las medidas recogidas previamente.
- Basado en el modelo de emisión [HR+09] implementado por SUMO, se añadirá el cálculo de la cantidad de gases emitido por los vehículos. Podemos calcular estos valores de acuerdo a la distribución del tráfico y la hora del día, o de forma más precisa, a partir de datos proporcionados por los conductores (tipo de vehículo, itinerario, etc.).
- El Sistema CTPATH ofrece una amigable GUI a los usuarios con el fin de seleccionar uno de los distintos itinerarios disponibles además de conocer cuánta emisión de gas a la atmosfera se está realizando.

1.2 R2 – Diseño técnico del sistema: HITUL

Resumen del entregable

HITUL es una herramienta de apoyo a la **toma de decisiones** en relación con la optimización de la red de **semáforos** de la ciudad, uno de las formas de lidiar con la congestión y los atascos del tráfico. Automáticamente se generan **programas de ciclos óptimos** de los semáforos urbanos. La planificación óptima de los semáforos es una tarea crucial en las ciudades hoy en día con potenciales beneficios en términos de consumo energético, gestión del tráfico, satisfacción de los peatones y problemas ambientales.

El entregable (R2) describe el **diseño técnico** de HITUL. Este documento está compuesto por **seis partes**: (i) una perspectiva del sistema que define el objetivo principal de HITUL, ofrece una visión a alto nivel del sistema completo; (ii) la descripción detallada de las funcionales del sistema del paquete software de HITUL; (iii) la visión general de la arquitectura mostrando los distintos componentes; (iv) la descripción de la tecnología y la infraestructura usada en el desarrollo; (v) la definición de los principales conjuntos de datos gestionados por el sistema y la relación entre ellos y el modelo conceptual de los datos; y finalmente, (vi) un prototipo conceptual inicial de la aplicación final.

Relaciones con otros entregables

En la tabla 4 se muestran todos los entregables y marcados con una **X** aquellos que están **relacionados** con R2. Incluye los informes/prototipos relacionados con el sistema HITUL (R5, S1 y S2), el análisis de los competidores (R6 y R7), algunos informes de gestión global (R3 y R10) y el análisis del hardware y software necesario para la implantación y el desarrollo (R8 y R9).

Tabla 4. *Entregables relacionados.*

R1. Diseño técnico del sistema: CTPATH	-	R7. Ventajas sobre los competidores	X
R2. Diseño técnico del sistema: HITUL	-	S3. Prototipo #1 CTPATH	-
R3. Guía de entregables	X	R8. Análisis del hardware necesario	X
R4. Gestión y tareas para CTPATH	-	R9. Análisis del software necesario	X
R5. Gestión y tareas para HITUL	X	S2. Prototipo #2 HITUL	X
S1. Prototipo #1 HITUL	X	S4. Prototipo #2 CTPATH	-
R6. Competidores y estado del arte	X	R10. Informe final	X

Importancia del entregable

Este es un documento crítico para HITUL ya que define las **principales características** de este sistema, además de las tecnologías empleadas y algunos modelos conceptuales iniciales para los datos y el *front-end* prototipo de la aplicación final.

Este documento es una herramienta muy útil por múltiples motivos:

- Esta especificación (junto a R5) forman la base del desarrollo para la aplicación final y los productos derivados de este proyecto.
- Este informe puede ser usado para comprobar el éxito del sistema HITUL comprobando si todas las funcionalidades propuestas han sido desarrolladas finalmente, o incluso,

detectar servicios adicionales prestados pero que no se consideraron en la especificación inicial del producto (resultados de valor añadido).

- Proporciona una descripción técnica y clara del sistema propuesto el cual puede ser usado para interactuar con los diferentes actores de este proyecto (usuarios finales, coordinadores, miembros del equipo que estén trabajando en otras tareas...).

Detalles técnicos y relevantes del entregable

Este documento describe las cuestiones técnicas sobre el sistema HITUL. Algunos de los componentes técnicos más relevantes son los siguientes:

- **Componente de optimización:** Esta parte del informe analiza la utilización de metaheurísticas [BLS13] [GK03]. Este tipo de técnicas han sido aplicadas satisfactoriamente a un amplio conjunto de problemas del mundo real en los que las técnicas clásicas y enumerativas no son capaces de obtener resultados precisos [AB+09]. En la fase inicial de la investigación, se prevé utilizar algunas técnicas estándar como GA [Gol06] o PSO [Cle10] para casos mono-objetivo y NSGA-II [DP+02] y otras técnicas actuales en el estado del arte tales como MOEA/D [ZL07] para los casos multi-objetivo. Según los resultados obtenidos en la investigación inicial, está previsto el desarrollo de codificadores y operadores especializados así como la utilización de técnicas específicas.
- **Análisis de los datos:** Se planea usar datos reales proporcionados por diversas fuentes. Sin embargo, existen varios problemas con el uso de datos externos: cada fuente usa una representación distinta de los datos (no se emplean formatos estándar para la mayoría de los casos), puede contener errores, datos incompletos, información desactualizada... Por lo tanto, para usar estos datos es necesario añadir algunas fases de pre-procesamiento y análisis de los mismos. Además, este documento describe como la información generada por nuestro sistema HITUL puede ser usada para extraer nueva información útil, lo que nos permite ofrecer varios servicios adicionales a los ciudadanos, tales como determinar la importancia estadística de la eficacia de los planes actuales, o detectar cuestiones ambientales/contextuales de los TLPs que afectan al tráfico.
- **Interfaz de usuario:** En la documentación técnica de HITUL se muestra la GUI inicial y conceptual que incorpora todas las funcionalidades necesarias; tales como la selección de diferentes zonas, objetivos y escenarios de tráfico. El objetivo principal de esta GUI es ofrecer una interfaz amigable para utilizar las funcionalidades de HITUL.
- **Datos abiertos:** La iniciativa de datos abiertos permite a las comunidades urbanas o grupos de desarrollo colaborar en proyectos de I+D+i sobre ciudades. En este entregable, se describe como HITUL hace uso de datos abiertos en ambas direcciones. Por un lado, nuestro sistema se alimenta de datos abiertos disponibles en las páginas

webs del Ayuntamiento de Málaga. Por otro lado, se definen las interfaces por las cuales se exporta la información generada por nuestro sistema en varios formatos (dependiendo de las preferencias y estándares en la ciudad).

1.3 R3 – Guía de entregables (éste documento)

Resumen del entregable

Este informe resume la **lista de entregables** del proyecto y las relaciones entre ellos. El mismo será una guía maestra del proyecto en donde se presenta la planificación junto con los contenidos de cada hito. Los documentos también resumirán el contenido de cada entregable sin dar demasiados detalles, solo un **resumen ejecutivo** de cada uno. Los detalles técnicos serán incluidos en los entregables.

Estos documentos serán divididos en **cuatro partes principales**: (i) una introducción describiendo el documento y esbozando la idea general; (ii) un resumen de todos los “informes” entregables, es decir, los entregables que se basan en documentos escritos; (iii) un resumen de los entregables “software”, es decir, aquellos que consisten en artefactos software (incluyendo código fuente, manuales de usuario, diagramas UML, etc.) y (iv) una descripción de los resultados adicionales del proyecto que no se planificaron en la propuesta inicial y producen un valor añadido a los objetivos principales del proyecto.

Relaciones con otros entregables

En la tabla 5 se muestran todos los entregables y marcados con **X** aquellos que están relacionados con R3. Se incluyen los informes/prototipos relacionados con los sistemas HITUL y CTPATH (R1, R2, R4, R5, S1, S2, S3 y S4), análisis de los competidores (R6 y R7) y varios informes finales de gestión global (R8, R9 y R10).

Tabla 5. *Entregables relacionados.*

R1. Diseño técnico del sistema: CTPATH	X	R7. Ventajas sobre los competidores	X
R2. Diseño técnico del sistema: HITUL	X	S3. Prototipo #1 CTPATH	X
R3. Guía de entregables	-	R8. Análisis del hardware necesario	X
R4. Gestión y tareas para CTPATH	X	R9. Análisis del software necesario	X
R5. Gestión y tareas para HITUL	X	S2. Prototipo #2 HITUL	X
S1. Prototipo #1 HITUL	X	S4. Prototipo #2 CTPATH	X

R6. Competidores y estado del arte	X	R10. Informe final	X
------------------------------------	---	--------------------	---

Importancia del entregable

La importancia de este entregable recae en que presenta la **guía** a seguir para el estudio, diseño y desarrollo de los dos sistemas que serán desarrollados durante el proyecto. La complejidad del sistema software que se está construyendo necesita de una clara metodología para definir los hitos y tareas a realizar en el proyecto y así garantizar el éxito de los prototipos y las actualizaciones futuras. En este entregable se presenta la estructura de los prototipos software y documentos generados durante el tiempo de vida del proyecto.

Detalles técnicos y relevantes del entregable

Este entregable **presenta y estructura** toda la documentación y prototipos software producidos durante el ciclo de vida del proyecto. Algunos de los principales **conceptos técnicos** pueden ser encontrados aquí, sirviendo como una primera aproximación para posteriormente leer y entender el resto de entregables.

1.4 R4 – Gestión y tareas para CTPATH

Resumen del entregable

Este entregable describirá la metodología, calendario y tareas del sistema **CTPATH**. Será el plan de proyecto para el paquete software de CTPATH. Se entregarán dos prototipos software durante el tiempo de vida del proyecto y esos prototipos serán desarrollados usando una metodología ágil. Este documento describirá la metodología ágil empleada, junto con las tareas de gestión identificadas y el calendario de las mismas. También contendrá el alcance del proyecto software, un breve resumen inicial de los competidores y las ventajas del desarrollo software. También se resumirá en este entregable el hardware y software necesarios para implementar el servicio de CTPATH.

Relaciones con otros entregables

En la tabla 6 se muestran todos los entregables y marcados con una **X** aquellos que están relacionados con R4. Esto incluye los informes/prototipos relacionados con el sistema CTPATH (R1, S1 y S3), los documentos de gestión y tareas para HITUL (R5), análisis de los competidores (R6 y R7) con algunas relaciones globales finales a los informes de gestión (R8, R9 y R10).

Tabla 6. Entregables relacionados

R1. Diseño técnico del sistema: CTPATH	X	R7. Ventajas sobre los competidores	X
--	---	-------------------------------------	---

R3. Guía de entregables

R2. Diseño técnico del sistema: HITUL	-	S3. Prototipo #1 CTPATH	X
R3. Guía de entregables	-	R8. Análisis del hardware necesario	X
R4. Gestión y tareas para CTPATH	-	R9. Análisis del software necesario	X
R5. Gestión y tareas para HITUL	X	S2. Prototipo #2 HITUL	-
S1. Prototipo #1 HITUL	-	S4. Prototipo #2 CTPATH	X
R6. Competidores y estado del arte	X	R10. Informe final	X

Importancia del entregable

Este entregable tendrá el **rol y los planes técnicos** para la aplicación CTPATH. De este modo, es un documento de vital importancia para la aplicación CTPATH, ya que guiará su desarrollo. En este documento, las tareas tradicionales del desarrollo software (requisitos, análisis, diseño, implementación, pruebas, despliegue y mantenimiento) serán particularizadas para la aplicación CTPATH.

Detalles técnicos y relevantes del entregable

Los siguientes detalles relevantes se describirán en este documento:

- **Tareas del ciclo de vida del software:** el documento describirá en detalle como las tareas de análisis de los requisitos, diseño, implementación, pruebas, despliegue y mantenimiento serán desempeñadas por el sistema CTPATH.
-
- **Recursos necesarios:** el documento detallará los recursos necesarios para construir la aplicación. Estos recursos incluyen desarrolladores, software, hardware, informes, etc.
-
- **Metodología:** se usará una metodología de desarrollo ágil y el documento contendrá una descripción de cómo se adoptará, incluyendo una breve descripción de los pasos a seguir.

1.5 R5 – Gestión y tareas para HITUL

Resumen del entregable

Este entregable describirá la metodología, calendario y tareas de la aplicación HITUL. Será el **plan de proyecto** para la aplicación HITUL. Se entregarán dos prototipos software durante el ciclo de vida del proyecto. Este documento describe la metodología ágil empleada junto con las tareas de gestión identificadas, y la planificación de estas tareas. Además contendrá el alcance del proyecto software, un breve resumen de los competidores y las ventajas del desarrollo software. También será resumido en este entregable el hardware y software necesarios para el sistema HITUL:

Relaciones con otros entregables

En la tabla 7 se muestran todos los entregables y marcados con una **X** aquellos que están relacionados con R5. Incluyen los informes/prototipos relacionados con el sistema HITUL (R2, S1 y S2), los documentos de gestión y tareas para CTPATH (R4), análisis de los competidores (R6 y R7) y algunos informes de gestión global (R3, R8, R9 y R10).

Tabla 7. Entregables relacionados.

R1. Diseño técnico del sistema: CTPATH	-	R7. Ventajas sobre los competidores	X
R2. Diseño técnico del sistema: HITUL	X	S3. Prototipo #1 CTPATH	-
R3. Guía de entregables	X	R8. Análisis del hardware necesario	X
R4. Gestión y tareas para CTPATH	X	R9. Análisis del software necesario	X
R5. Gestión y tareas para HITUL	-	S2. Prototipo #2 HITUL	X
S1. Prototipo #1 HITUL	X	S4. Prototipo #2 CTPATH	-
R6. Competidores y estado del arte	X	R10. Informe final	X

Importancia del entregable

Este entregable tendrá el papel de plan de proyecto para la aplicación HITUL. Así, es un documento de vital importancia para la aplicación HITUL, ya que **guiará** su desarrollo. En el documento las tareas tradicionales del desarrollo software (análisis de requisitos, diseño, implementación, pruebas y mantenimiento) serán particularizadas para la aplicación HITUL.

Detalles técnicos y relevantes del entregable

Los siguientes detalles relevantes se describirán en este documento:

- **Tareas del ciclo de vida del software:** el documento describirá en detalle cómo el análisis de requisitos, diseño, implementación, pruebas, despliegue y mantenimiento serán desempeñados por la aplicación HITUL.
- **Recursos necesarios:** el documento detallará los recursos necesarios para construir la aplicación. Estos recursos incluyen desarrolladores, software, hardware, informes, etc.

- **Metodología:** se usará una metodología de desarrollo ágil y el documento contendrá una descripción de cómo se adoptará, incluyendo una breve descripción de los pasos a seguir.

1.4 R6 – Competidores y estado del arte

Resumen del entregable

Este entregable contiene un **análisis internacional de herramientas software** en el mismo campo de aplicación que nuestros dos productos software, HITUL y CTPATH. Aquí se realizará una búsqueda en profundidad de servicios similares para ello se hará uso de Internet y artículos científicos publicados en revistas y conferencias en los últimos años recientes. Se identificarán también a grupos de investigación, organizaciones y compañías que ofrecen servicios similares.

Tras esta búsqueda se analizarán las **características** más relevantes encontradas en los servicios de la competencia. Se describirán estas limitaciones y el campo concreto de aplicación. También se creará un **repositorio** estructurado de la información recolectada con el fin de representar el estado del arte en este dominio. Se considerarán enfoques tanto industriales como académicos.

Finalmente, se incluirán **consejos** sobre cuáles son los retos abiertos, temas de interés y requisitos usuales cumplidos por las herramientas de la competencia. Nuestro objetivo es conocer científicamente el dominio además de servir como una base de datos de conocimiento para la información interna del equipo.

Relaciones con otros entregables

Este entregable está relacionado con R1 y R2, ya que se pretende desarrollar y **adaptar** el diseño de las dos aplicaciones durante el completo (corto) tiempo de vida del proyecto de acuerdo con las principales carencias encontradas en sus competidores y reforzar lo que pensamos mejor para nuestra propuesta de aceptación y calidad. Nosotros, por supuesto, seremos muy conscientes de las restricciones del proyecto tanto en tiempo como en recursos, que solo nos permitirán hacer un **mejor esfuerzo**, y también presentaremos un informe sobre las futuras líneas no cubiertas debido a nuestras limitaciones.

Tabla 8. *Entregables relacionados.*

R1. Diseño técnico del sistema: CTPATH	X	R7. Ventajas sobre los competidores	X
R2. Diseño técnico del sistema: HITUL	X	S3. Prototipo #1 CTPATH	X
R3. Guía de entregables	-	R8. Análisis del hardware necesario	X

R3. Guía de entregables

R4. Gestión y tareas para CTPATH	-	R9. Análisis del software necesario	X
R5. Gestión y tareas para HITUL	-	S2. Prototipo #2 HITUL	X
S1. Prototipo #1 HITUL	X	S4. Prototipo #2 CTPATH	X
R6. Competidores y estado del arte	-	R10. Informe final	-

Este entregable también **abordará** los prototipos reales de HITUL (S1 y S2) y CTPATH (S3 y S4), por el uso de consejos y descubrimientos incluidos en R6. También se cubrirá en R6 el principal hardware y software que se encuentra en la literatura y el mercado, y por consiguiente afectando a los análisis realizados en R8 y R9 respectivamente.

Importancia del entregable

Este entregable informa sobre las **tecnologías de la competencia** existentes hasta día de hoy. Para ello, tendremos que viajar, interactuar con grupos de investigación y presentar algunos avances en seminarios y conferencias especializadas. Solo por estar constantemente observando el mundo es que vamos a ser capaces de incluir en R6 las mejores ideas relacionadas con el proyecto.

Este entregable es necesario e **influye** en muchas otras tareas del proyecto, ya que ayudará a la toma de decisiones en el diseño, implementación y uso de nuestros prototipos. Con el fin de evitar reinventar la rueda, necesitamos un esfuerzo técnico centrado en conocer mejor el campo. Esto generará **información** útil para mejorar la colocación de nuestros resultados desde un punto de vista técnico y de mercado. Además, mirando que los potenciales competidores ofrecen un único punto de vista para discutir todas las gestiones locales de la ciudad de Málaga y otras ciudades donde se podrían usar nuestros resultados.

Esta es una difícil tarea, porque estamos seguros de tener problemas al informar sobre herramientas comerciales basándonos solamente en la información de **marketing** y (posiblemente) versiones gratuitas de prueba (que, además, va a llevar un tiempo considerable). Además, es necesario hacer un análisis científico del dominio, que a su vez tome mucho tiempo para buscar, filtrar y leer artículos científicos y conseguir información de conferencias y seminarios. Por difícil que sea, esta es una tarea ineludible, y el informe entregado tendrá un gran valor para el proyecto y las futuras acciones relacionadas.

Detalles técnicos y relevantes encontrados en este entregable

Este entregable (R6) analizará extensamente los temas de actualidad y herramientas en el ámbito de nuestras dos aplicaciones en movilidad inteligente. Dado que esto significa tomar en cuenta información técnica e industrial, esperamos incluir una larga lista de información estratégica y especializada.

En particular, se encontrarán muchos de estos conceptos en el informe:

- Una lista con los nombres de herramientas comerciales en el ámbito de HITUL y CTPATH.
- Una lista con los nombres de otras herramientas comerciales que provean servicios similares a los nuestros.
- Un repositorio de artículos científicos de revistas relacionados con nuestras aplicaciones.
- Un análisis estructurado describiendo toda la información encontrada.
- Un informe de grupos y proyectos similares a nosotros.
- Un resumen de las funcionalidades encontradas en los servicios y herramientas de los competidores.
- Un informe sobre los puntos débiles de los competidores según el comportamiento y la satisfacción de los usuarios.
- Un resumen ejecutivo de consejos sobre qué hacer y qué no hacer en nuestro proyecto.

Esta información será una mezcla de casos de estudio de **tecnologías del mundo real**, incluyendo algoritmos relevantes utilizados (tales como metaheurísticas, A*, Dijkstra, Branch-and-Bound...), tecnologías sofisticadas de internet (REST, HTML5, FIWARE, Android, Java EE...), cuadro de mandos de análisis para los usuarios (lo que se incluye en cada competidor), análisis de utilización e impacto de los competidores, resultados de otros grupos o empresas que nos pueden inspirar, y un largo etcétera.

1.5 R7 – Ventajas sobre los competidores

Resumen del entregable

Después del análisis de los competidores llevado a cabo en el anterior entregable R6, este documento describirá las **principales fortalezas** de nuestras dos aplicaciones (HITUL y CTPATH), con respecto a las soluciones existentes en el mercado internacional. Nos centraremos en las diferencias y ventajas tecnológicas de nuestras herramientas y discutir un poco sobre el impacto potencial sobre los ciudadanos.

En este informe se describirán las características más importantes de nuestras aplicaciones frente a las limitaciones presentadas por los competidores que se han encontrado. Aquí **no** se destaca una **competencia de negocios**, pero sólo un conjunto de características diferentes que pueden beneficiar a nuestros grupos de usuarios. La idea es evaluar las **técnicas inteligentes** utilizadas en el núcleo de las aplicaciones, los servicios finales ofrecidos, la usabilidad de las interfaces de usuario diseñadas, etc., en comparación con otros servicios que se encuentren en el actual estado del arte.

Relaciones con otros entregables

Este entregable se **relaciona** con R1, R2 y R6 (ver tabla 9), ya que se introducirán los principales beneficios del diseño de nuestras propuestas sobre los principales productos que pueden ser encontrados en el estado actual del arte. Nosotros, por supuesto, seremos muy conscientes de las restricciones en tiempo y recursos del proyecto con el fin de terminar en un mejor esfuerzo en la construcción de nuevas características en nuestras aplicaciones. También, este documento informará en cuáles son las futuras líneas no cubiertas en el proyecto debido a nuestras limitaciones.

Además, el contenido de este entregable influirá en nuestras decisiones sobre las principales características del hardware y software necesario (R8 y R9) y la mejor manera de ir para ambos prototipos, HITUL (S1 y S2) y CTPATH (S3 y S4).

Tabla 9. Entregables relacionados

R1. Diseño técnico del sistema: CTPATH	X	R7. Ventajas sobre los competidores	-
R2. Diseño técnico del sistema: HITUL	X	S3. Prototipo #1 CTPATH	X
R3. Guía de entregables	-	R8. Análisis del hardware necesario	X
R4. Gestión y tareas para CTPATH	-	R9. Análisis del software necesario	X
R5. Gestión y tareas para HITUL	-	S2. Prototipo #2 HITUL	X
S1. Prototipo #1 HITUL	X	S4. Prototipo #2 CTPATH	X
R6. Competidores y estado del arte	X	R10. Informe final	-

Importancia del entregable

Este entregable ofrece las **principales razones para invertir esfuerzo** en todo el proyecto maxCT porque describe las ventajas de nuestras aproximaciones frente a los otros proyectos existentes. Este documento servirá como una fuente de información razonada y fundamentada para tomar decisiones en los pequeños detalles técnicos, los mejores enfoques de usuario y los caminos generales para fortalecer nuestras aplicaciones a un alto nivel de calidad. Esto se representa no solo por las aplicaciones finales, pero para las decisiones internas de ingeniería de software en los requisitos, diseño, implementación, pruebas y mantenimiento de los resultados.

Detalles técnicos y relevantes encontrados en este entregable

La información incluida en este documento tratará sobre muchas **características** de nuestros dos productos desarrollados, HITUL y CTPATH. Los principales aspectos de cada aplicación software que serán consideradas incluyen:

- **Métodos de inteligencia artificial** usados en HITUL y CTPATH en comparación con los métodos empleados por las soluciones de los competidores, poniendo el énfasis en las principales ventajas en términos de:
 - Eficacia/precisión
 - Coste computacional
 - Escalabilidad
- **Usabilidad** de las GUIs utilizadas por HITUL y CTPAHT en comparación con otras aplicaciones usadas en el estado del arte. Algunas de las principales características analizadas serán:
 - La interoperabilidad entre los diferentes dispositivos existentes.
 - La adaptabilidad de los diferentes perfiles de usuario.
 - Las diferentes soluciones usadas para añadir accesibilidad a usuarios con discapacidad.
 - La posibilidad de usar diferentes interfaces para operar con los programas software, por ejemplo, interfaces de voz, pantallas táctiles, etc.
- La **precisión** de los resultados, es decir, la diferencia entre los resultados simulados y los del mundo real. Esto está altamente relacionado con los modelos inteligentes usados en los simuladores y los niveles de tolerancia para las principales variables.
- Los resultados y los servicios provistos por las aplicaciones satisfacen los **estándares** nacionales e internacionales más relevantes actualmente.
- Las herramientas más populares usadas para productos software para garantizar la **privacidad** y la **seguridad** de los usuarios.

1.6 R8 - Análisis de las Necesidades de Hardware

Resumen del entregable

Este proyecto demanda el uso de **hardware específico** para lograr sus objetivos. Por un lado, se necesita de un **servidor web** para ejecutar nuestras aplicaciones web que actuarán como interfaces entre nuestro sistema inteligente y los usuarios. CTPATH presenta el mapa de la ciudad para seleccionar el origen y fin del itinerario de cada usuario mientras que HITUL permite optimizar los ciclos de los semáforos. Es más, el proceso de optimización, el análisis de

datos, y otras tareas de cómputo, son realizadas en un **cluster multi-core** que permite proveer de la potencia de cálculo necesaria. Claramente se necesita un **nuevo equipo dedicado con capacidad para multi-procesamiento** en este proyecto, además de nuestro clúster en la UMA.

Por otro lado, la monitorización y adquisición de los datos es llevada a cabo por placas **Arduino** [Kua14] [Mic11] y **Raspberry PI** [DV+14] [FW+13] [HK+14] provistas con una gran cantidad de sensores, conexiones bluetooth y Wi-Fi, y posiblemente una fuente de alimentación autónoma.

Se requiere un **análisis consciente de coste-beneficios en profundidad** para cada pieza de hardware para lograr la configuración más eficiente que nos permita desarrollar nuestro sistema propuesto.

Relaciones con otros entregables

Este entregable se relaciona con R6 y R7 porque el hardware con el que se trabaje debe de ser **competitivo** con respecto al resto de propuestas encontradas en el estado del arte. También se relaciona con R1 y R2, ya que distintas funcionalidades de CTPATH y HITUL necesitan de un previo análisis del hardware para un buen funcionamiento final.

Tabla 10. Entregables relacionados.

R1. Diseño técnico del sistema: CTPATH	X	R7. Ventajas sobre los competidores	X
R2. Diseño técnico del sistema: HITUL	X	S3. Prototipo #1 CTPATH	-
R3. Guía de entregables	-	R8. Análisis del hardware necesario	-
R4. Gestión y tareas para CTPATH	-	R9. Análisis del software necesario	-
R5. Gestión y tareas para HITUL	-	S2. Prototipo #2 HITUL	-
S1. Prototipo #1 HITUL	-	S4. Prototipo #2 CTPATH	-
R6. Competidores y estado del arte	X	R10. Informe final	-

Importancia del entregable

La importancia de R8 es clara porque se relaciona con un aspecto relevante del proyecto, diferente del resto, ya que describe los **dispositivos físicos** con los que estamos trabajando. Solo tras un exhaustivo análisis se podrá seleccionar la mejor opción para nuestro diseño. Muchos de los problemas abiertos están ahí, y las decisiones no son únicas ni claras, por lo que este entregable será nuestro lugar para el debate sobre cuáles son las mejores opciones para la computación, la comunicación, el desarrollo, el uso y la entrega de nuestros productos.

Detalles técnicos y relevantes encontrados en este entregable

Este entregable presenta un análisis de los elementos hardware existentes y justificar la selección realizada para implementar los sensores, el servidor web y los ordenadores multi-core.

Particularmente, se pueden encontrar análisis de:

- Placas Arduino (consumo de energía, conectividad, potencia de computo)
- Placas Raspberry PI (consumo de energía, conectividad, potencia de computo)
- Sensores (gases, ruido, partículas, temperatura, humedad, ...)
- Dispositivos de comunicación (Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, ...)
- Ordenadores multi-core (número de núcleos, Xeon vs. otros, RAM, RAID, ...)
- Servidores web (ordenadores base y tarjetas ethernet, plataformas software, Apache...)

Además de las justificaciones de las selecciones finales.

1.7 R9 - Análisis de las Necesidades de Software

Resumen del entregable

Este entregable describirá el **software necesario** en este proyecto. Algunos de estos softwares serán usados para crear los documentos del proyecto, gestionar las tareas y asignarlas al equipo, analizar mapas, semáforos, rutas, etc. Todo el software mencionado será útil para generar los “informes” entregables del proyecto.

Pero también es necesario **software existente** para construir nuestro nuevo software. Esto incluye sistemas de gestión de código fuente (como Git, Subversion o CSV), herramientas de construcción (como Ant, Maven o Gradle), herramientas de integración continua (como Jenkins o Hudson) y herramientas para la monitorización de la calidad del software (como Sonarqube) entre otros. Estas herramientas serán usadas para crear los entregables software derivados de los diferentes prototipos de HITUL y CTPATH.

El documento describirá todo el **software** empleado y las **razones** de la selección realizada entre las alternativas. Hay versiones *open source* y *free* de todos los software mencionados que están lo suficientemente maduros para nuestros propósitos. Por lo tanto, se intentará, si es posible, seleccionar **herramientas open source**, para evitar los costes de licencia.

Relaciones con otros entregables

Las **herramientas software** deben de ser tomadas en cuenta en casi cualquier entregable del proyecto, como nos muestra la tabla de abajo. La razón es que todo el proyecto gira alrededor de las dos aplicaciones CTPATH y HITUL, y todos los entregables están relacionados con las mismas. Por lo tanto, es natural que las descripciones técnicas (R1 y R2), los documentos de gestión (R4 y R5), el hardware (R8) y los prototipos (S1, S2, S3 y S4) de estas herramientas estén condicionadas por el software usado.

Tabla 11. Entregables relacionados.

R1. Diseño técnico del sistema: CTPATH	X	R7. Ventajas sobre los competidores	-
R2. Diseño técnico del sistema: HITUL	X	S3. Prototipo #1 CTPATH	X
R3. Guía de entregables	-	R8. Análisis del hardware necesario	X
R4. Gestión y tareas para CTPATH	X	R9. Análisis del software necesario	-
R5. Gestión y tareas para HITUL	X	S2. Prototipo #2 HITUL	X
S1. Prototipo #1 HITUL	X	S4. Prototipo #2 CTPATH	X
R6. Competidores y estado del arte	-	R10. Informe final	-

Importancia del entregable

El documento es de vital importancia para el desarrollo de las dos aplicaciones principales. No solo el **ciclo de vida del desarrollo** es afectado por las herramientas software empleadas, sino que el análisis de algunos componentes clave (como los planes de los semáforos, los mapas de la ciudad, etc.) necesita de algunas herramientas software. Esto es un proyecto software, donde se producen herramientas software, así que este entregable es claramente una necesidad.

Detalles técnicos y relevantes encontrados en este entregable

Ya que tenemos que desarrollar dos productos software (CTPATH y HITUL), se usará una **infraestructura de desarrollo** software compuesta por herramientas software normalmente usadas en compañías de desarrollo software. Dicha infraestructura incluirá herramientas para:

- **Gestión y asignación de tareas:** se necesitan para asignar tareas a las personas involucradas en el proyecto y poder evaluar el progreso del proyecto. Herramientas, como JIRA (<https://es.atlassian.com/software/jira>), Trello (<https://trello.com>), o incluso Google Docs (<https://drive.google.com>), podrían usarse para este propósito.

- **Gestión del código fuente (SCM):** el código fuente es el importante artefacto base generado por los desarrolladores. Se necesita una herramienta para ayudar en la colaboración del desarrollo software y mantener todas las versiones del software. Este es el papel de sistemas de gestión de código fuente como Git (<http://git-scm.com>), Subversion (<https://subversion.apache.org>), CVS (<http://www.cvshome.org>) o Mercurial (<http://mercurial.selenic.com>).
- **Creación de software:** un software complejo necesita también un arnés complejo detrás para construir un artefacto ejecutable. Aquí es donde son útiles herramientas de construcción como Maven (<http://maven.apache.org>), Ant (<http://ant.apache.org>) o Gradle (<https://www.gradle.org>).
- **Integración continua:** nuestro equipo estará formado por dos subgrupos, cada uno desarrollando una de las aplicaciones. Una forma sencilla para integrar todo el trabajo de los miembros del equipo es el uso de herramientas de gestión continua, como Jenkins (<http://jenkins-ci.org>) o Hudson (<http://hudson-ci.org>). Con estas herramientas, los desarrolladores confirmarán sus cambios en el SCM y el servidor de integración continua construirá el artefacto, ejecutará pruebas al código, aplicará métricas de calidad y, posteriormente, desplegará la solución sin el retraso que implicaría realizar todas estas tareas en cada una de las máquinas de los desarrolladores para luego integrarlo.
- **Monitorización de la calidad del software:** este tipo de herramientas ayudan a un equipo de calidad a monitorizar el estado de un producto software. Un ejemplo es SonarQube (www.sonarqube.org). Las herramientas están disponibles a todos los desarrolladores y ellos pueden observar las vulnerabilidades del software y arreglarlas.

1.8 R10 – Informe final

En el informe final se planea **resumir** los resultados del proyecto, como llegamos finalmente a ello y cuáles han sido los principales temas en la gestión y difusión del proyecto.

Resumen del entregable

En este documento final se discutirán las **actividades realizadas** más importantes en la gestión de este proyecto, justificando el trabajo realizado y cualquier desviación de los planes iniciales desde un punto de vista técnico. Se informará sobre las actividades de difusión, tanto las técnicas (artículos de revistas y conferencias) como la divulgación realizada en la sociedad, con el fin de ayudar al organismo de financiación en el objetivo de hacer estos proyectos conocidos por el gran público (medios de comunicación).

R3. Guía de entregables

Este informe final discutirá los temas importantes que puedan haber afectado la vida del proyecto, como pueden ser la gestión, las relaciones con los administradores de la ciudad de Málaga, la interacción con otros investigadores del mundo trabajando en el mismo campo y cualquier decisión técnica del hallazgo que podría ayudar a AOP en futuras medidas similares en esta línea de trabajo.

Relaciones con otros entregables

Dado que es un informe final, el contenido de este entregable se **relacionará** con cada uno de los entregables del proyecto.

Tabla 12. *Entregables relacionados.*

R1. Diseño técnico del sistema: CTPATH	X	R7. Ventajas sobre los competidores	X
R2. Diseño técnico del sistema: HITUL	X	S3. Prototipo #1 CTPATH	-X
R3. Guía de entregables	X	R8. Análisis del hardware necesario	X
R4. Gestión y tareas para CTPATH	X	R9. Análisis del software necesario	X
R5. Gestión y tareas para HITUL	X	S2. Prototipo #2 HITUL	X
S1. Prototipo #1 HITUL	X	S4. Prototipo #2 CTPATH	X
R6. Competidores y estado del arte	X	R10. Informe final	-

Importancia del entregable

Este es un **entregable estándar** en muchos proyectos. Es una Buena idea tener en un informe único un **resumen ejecutivo** de todo el trabajo realizado, los problemas encontrados, las decisiones tomadas, las interacciones entre otras ventajas técnicas en el mismo dominio y, por supuesto, las conclusiones finales y productos.

Este informe nos permitirá **justificar** cualquier cambio realizado en la concepción inicial de la propuesta. Con él, el trabajo en el proyecto será terminado y el software y los documentos creados serán entregados al organismo de financiación. También sirve como un **envoltorio** y explicación de los productos finales y la interacción entre la UMA y la AOP.

Detalles técnicos y relevantes encontrados en este entregable

Este entregable **no es de carácter técnico**, aunque informará sobre cualquier decisión técnica relevante, especialmente aquellos problemas técnicos no esperados o desviaciones del diseño inicial. Este informe contendrá también **datos** sobre las publicaciones técnicas

realizadas en este proyecto, además de las **interacciones técnicas** tenidas con Málaga y otras partes del mundo que finalmente llevarán a las decisiones y productos ingenieriles.

Desde la toma de datos de la ciudad, a usarlos, filtrar la información relevante, creación de nuevas aplicaciones e intentando interactuar con los usuarios finales es una muy conocida difícil tarea (especialmente en nuestro caso porque tenemos **menos de un año** para hacerlo) se intentará incluir unas breves listas con resúmenes de los resultados en este entregable. Los detalles de bajo nivel serán dejados para el resto de los informes para así no repetir información y evitar discrepancias.

2 Descripción técnica de los entregables “software” (S1-S4)

En esta sección se describirán los diferentes entregables software que tendremos. Los entregables software son los prototipos de los dos productos (HITUL y CTPATH) en dos fases de refinamiento: funcionalidades básicas (S1 y S3) y prototipos funcionales definitivos (S2 y S4). Los prototipos intermedios son necesarios para evaluar las funcionalidades, así como interactuar con los usuarios e introducir mejoras al producto a partir de las observaciones realizadas.

Estos cuatro entregables son programas de ordenador en lugar de informes escritos. Esta es la razón porque sus nombres comienzan con la letra “S” más un número. El código fuente de estos programas y los archivos relacionados necesarios para configurarlos contendrán la información textual dentro, en la manera estándar de comentar el software, además de alguna información básica de ayuda para indicar la mejor manera de usarlos.

2.1 S1 - Prototipo #1 HITUL

Resumen del entregable

Este entregable contendrá todos los artefactos generados durante el desarrollo del primer prototipo de HITUL. En particular, este entregable contiene:

- Código fuente del sistema.
- Diagramas UML de casos de usos generados.
- Informes de las métricas de calidad del código fuente.
- Aplicación HITUL (software ejecutable).

En este primer prototipo se planea implementar un subconjunto de todas las funcionalidades propuestas en el diseño técnico de HITUL (R2). Se solucionará el problema de planificación de los semáforos que es un difícil problema de optimización. El prototipo estará disponible para descargar bajo acceso seguro en uno de nuestros servidores web usados para el proyecto.

Relaciones con otros entregables

Este entregable estará claramente relacionado con el diseño técnico de HITUL (R2), la gestión del proyecto y las tareas de HITUL (R5), el hardware y software usado (R8 y R9) y el próximo prototipo (S2).

Tabla 13. *Entregables relacionados.*

R1. Diseño técnico del sistema: CTPATH	-	R7. Ventajas sobre los competidores	-
R2. Diseño técnico del sistema: HITUL	X	S3. Prototipo #1 CTPATH	-
R3. Guía de entregables	-	R8. Análisis del hardware necesario	X
R4. Gestión y tareas para CTPATH	-	R9. Análisis del software necesario	X
R5. Gestión y tareas para HITUL	X	S2. Prototipo #2 HITUL	X
S1. Prototipo #1 HITUL	-	S4. Prototipo #2 CTPATH	-
R6. Competidores y estado del arte	-	R10. Informe final	-

Importancia del entregable

Este proyecto tiene dos objetivos principales. Uno de ellos es HITUL, un paquete software para la ayuda en la toma de decisiones de los tiempos óptimos de los semáforos en rojo. Por lo tanto, el primer prototipo de sistema HITUL es muy importante para nuestro proyecto.

Detalles técnicos y relevantes encontrados en este entregable

En el primer prototipo se planea introducir un conjunto de funcionalidades descritas en el entregable R2. Particularmente, el sistema prototipo implementará las siguientes funciones:

- **SF1. Minimizar el tiempo de espera:** Esta función permite generar óptimos TLPs para reducir el tiempo de espera de los conductores debido a las luces rojas. Esta característica evita que los conductores pierdan el tiempo y lleguen tarde a su destino.
- **SF2. Minimizar el número de paradas:** Esta función permite generar óptimos TLPs para facilitar un flujo de tráfico continuo en una dirección principal, llamada “olas verdes”. Esto se logra a través de la coordinación de series de semáforos consecutivos de modo que el conductor vea una cascada de luces verdes.

- **SF3. Reducción de la emisión de gases:** El sistema generará opcionalmente planes de semáforos para reducir el impacto ecológico. Esta función se centra en reducir los flujos de tráfico en aquellas calles o zonas donde los niveles de emisiones contaminantes son altos.
- **SF6. Planes personalizados para zonas urbanas especiales:** Esta función permite al usuario seleccionar la zona (área, región, distrito, etc.) de la ciudad, para ser optimizados aquellos semáforos que se necesiten, mientras que el resto de TLs están configurados según el plan propuesto por el usuario o nuestro propio sistema.
- **SF9. Exportar los planes de tiempo óptimos:** El sistema facilitará la integración con otros sistemas TCC a través de una capacidad de exportación usando los formatos XML estándar.

El primer prototipo tendrá implementadas las funcionalidades básicas descritas arriba, que es una enorme mejora comparado con el estado del arte (entregable R6). No hay competidores que hayan optimizado los semáforos de una ciudad como Málaga al completo, por lo que sabemos.

2.2 S2 - Prototipo #2 HITUL

Resumen del entregable

Similar al entregable software anterior, éste contendrá todos los artefactos generados durante el desarrollo del segundo (y final) prototipo para HITUL. En particular, este entregable contendrá:

- Código fuente del Sistema completo.
- Diagramas de casos de uso generados.
- Informe de la calidad de las métricas del código fuente.
- Aplicación HITUL (software ejecutable).
- Manual de usuario de la aplicación

Relaciones con otros entregables

Este entregable está claramente relacionado con el diseño técnico de HITUL (R2), la gestión y las tareas para HITUL (R5), el hardware y software usado (R8 y R9) y el prototipo anterior (S1).

Tabla 14. *Entregables relacionados.*

R1. Diseño técnico del sistema: CTPATH	-	R7. Ventajas sobre los competidores	-
--	---	-------------------------------------	---

R2. Diseño técnico del sistema: HITUL	X	S3. Prototipo #1 CTPATH	-
R3. Guía de entregables	-	R8. Análisis del hardware necesario	X
R4. Gestión y tareas para CTPATH	-	R9. Análisis del software necesario	X
R5. Gestión y tareas para HITUL	X	S2. Prototipo #2 HITUL	-
S1. Prototipo #1 HITUL	X	S4. Prototipo #2 CTPATH	-
R6. Competidores y estado del arte	-	R10. Informe final	-

Importancia del entregable

Este segundo prototipo es uno de los principales entregables en este proyecto. El sistema HITUL completo será entregado como una aplicación software con todas las funcionalidades.

Detalles técnicos y relevantes encontrados en este entregable

En el segundo prototipo se planea incluir todas las funcionalidades descritas en el entregable R2. En particular, el sistema añadirá a las funcionalidades ya implementadas en el prototipo #1 las siguientes, para construir el sistema HITUL al completo:

- **SF4. Combinar diferentes objetivos:** El sistema será capaz de generar planes óptimos basados en la selección de diferentes objetivos al mismo tiempo. Esta función da la posibilidad al oficial de control de tráfico de seleccionar entre varios TLPs optimizados para varios objetivos.
- **SF5. Considerar diferentes perfiles de tráfico:** El comportamiento del tráfico en la carretera cambia según la hora del día, día de la semana y momento del año. Nuestro sistema generará TLPs óptimas para adaptarse a diferentes perfiles de tráfico en la red.
- **SF7. Generar mapas especializados:** Esta funcionalidad permite visualizar la localización de los semáforos en la ciudad con la información sobre el óptimo plan propuesto. Esta representación visual facilita la selección y consulta de los TLPs para cada intersección de la ciudad.
- **SF8. Comparar con otros TLPs:** El sistema permitirá comparar los planes generados con un TLP base provisto por un experto en un formato estándar (por ejemplo, XML). El TLP podría haber sido computado previamente por HITUL o quizás provenga de una fuente diferente, siempre y cuando siga el formato esperado por HITUL para los TLPs.

- **SF10. Analizar la información de tráfico:** Esta aplicación software permitirá también analizar los datos en abierto generados durante el proceso de optimización para obtener datos enriquecidos.

El segundo prototipo es una mejora del prototipo #1, tendrá todas las funcionalidades previstas descritas en el entregable R2. Este prototipo software será una herramienta útil para el centro de control de tráfico para evaluar un posible cambio en los planes de los semáforos.

2.3 S3 - Prototipo #1 CTPATH

Resumen del entregable

Este entregable contendrá todos los artefactos generados durante el desarrollo del primer prototipo de CTPATH. En particular, este entregable contendrá, el código fuente, los diagramas UML generados, los informes de las pruebas y el resultado de las métricas de calidad del proyecto. También se ofrecerá el ejecutable del prototipo, manual de usuario y un manual para el despliegue. El prototipo será evaluado bajo acceso seguro en el servidor web usado para el proyecto.

Relaciones con otros entregables

Este entregable está claramente relacionado con el diseño técnico de CTPATH (R1), la gestión y tareas para CTPATH (R4), el hardware y software usado (R8 y R9) y el siguiente prototipo (S4):

Tabla 15. Entregables relacionados.

R1. Diseño técnico del sistema: CTPATH	X	R7. Ventajas sobre los competidores	-
R2. Diseño técnico del sistema: HITUL	-	S3. Prototipo #1 CTPATH	-
R3. Guía de entregables	-	R8. Análisis del hardware necesario	X
R4. Gestión y tareas para CTPATH	X	R9. Análisis del software necesario	X
R5. Gestión y tareas para HITUL	-	S2. Prototipo #2 HITUL	-
S1. Prototipo #1 HITUL	-	S4. Prototipo #2 CTPATH	X
R6. Competidores y estado del arte	-	R10. Informe final	-

Importancia del entregable

CTPATH es una de las dos aplicaciones principales desarrolladas en este proyecto. Por lo tanto, este entregable es de vital importancia en nuestro proyecto.

Detalles técnicos y relevantes encontrados en este entregable

El primer prototipo de CTPATH incluirá un conjunto de las funcionalidades definidas en R1. En particular, las siguientes funciones serán implementadas en este prototipo:

- SF1. El usuario puede seleccionar un punto de origen y destino en un mapa.
- SF2. El sistema calcula varios caminos cortos para el coche desde el origen al destino y dibujando las rutas en el mapa.
- SF3. El usuario puede informar sobre el tipo de coche que ella/él tiene.
- SF4. El sistema calcula las emisiones de cada ruta basándose en el tipo de coche dado por el usuario.
- SF5. La información sobre las emisiones se calcula usando simulaciones SUMO.

2.4 S4 - Prototipo #2 CTPATH

Resumen del entregable

Este entregable contendrá todos los artefactos generados durante el desarrollo del Segundo prototipo de CTPATH. En particular, este entregable contendrá, el código fuente, los diagramas UML generados, los informes de las pruebas y los resultados de las métricas de calidad del proyecto. También se ofrecerá el ejecutable del prototipo, un manual de usuario y un manual de despliegue. El prototipo estará disponible bajo acceso seguro en uno de nuestros servidores usados para el proyecto.

Relaciones con otros entregables

Este entregable está claramente relacionado con el diseño técnico de CTPATH (R1), la gestión y tareas para CTPATH (R4), el hardware y software usado (R8 y R9) y el prototipo anterior (S3):

Tabla 16. *Entregables relacionados.*

R1. Diseño técnico del sistema: CTPATH	X	R7. Ventajas sobre los competidores	-
R2. Diseño técnico del sistema: HITUL	-	S3. Prototipo #1 CTPATH	X
R3. Guía de entregables	-	R8. Análisis del hardware necesario	X
R4. Gestión y tareas para CTPATH	X	R9. Análisis del software necesario	X
R5. Gestión y tareas para HITUL	-	S2. Prototipo #2 HITUL	-

S1. Prototipo #1 HITUL	-	S4. Prototipo #2 CTPATH	-
R6. Competidores y estado del arte	-	R10. Informe final	-

Importancia del entregable

CTPATH es una de las dos aplicaciones desarrolladas en el proyecto. Por lo tanto, este entregable es de vital importancia en el proyecto.

Detalles técnicos y relevantes encontrados en este entregable

Este Segundo prototipo añadirá nuevas funcionalidades al anterior prototipo de CTPATH. En particular:

- SF6. Se desarrollará una aplicación móvil en Android para ofrecer el servicio de planificación de la ruta a los usuarios.
- SF7. La aplicación móvil recogerá la posición y la aceleración de los usuarios.
- SF8. La información obtenida con los dispositivos móviles será cargada en una base de datos para alimentar al sistema CTPATH con información real sobre flujos de tráfico.
- SF9. Para cada usuario se usará la información recogida para crear perfiles de conducción que pudieran ayudar a estimar mejor la polución generada durante la ruta.

3 Resultados de valor añadido

Aquí se informa sobre algunas ideas y resultados concretos que se espera tener como otros resultados **secundarios** de nuestro trabajo diario. Se tratará de diseñarlos de una manera profesional con la finalidad de añadir más entregables (informales) al proyecto. Esto no se solicitaba en el proyecto, no se decidió o no se esperaba de nosotros, sin embargo, nuestro objetivo es alcanzar unos resultados de alta calidad al completar el proyecto, incluyendo los recursos de valor añadido que nos ayudarán en el futuro en otros proyectos y quizás inspirando trabajos que usen nuestros resultados.

3.1 Sitio web del proyecto e instrumentos de difusión

La **difusión** de los resultados es una tarea clave para un grupo de investigación de una universidad pública. Por lo tanto, se pretende publicar abiertamente resultados de valor para otros investigadores, mientras no exista conflicto con las normas del organismo de financiación. En cualquier caso, esto permite rápidos avances basados en nuestros resultados y ayudarán al objetivo de AOP de realizar buenas inversiones en los proyectos de impacto que despiertan interés internacional.

R3. Guía de entregables

Se creará y mantendrá un **sitio web** durante la vida del proyecto (<http://maxct.lcc.uma.es>) con información de nuestros avances técnicos, los prototipos del sistema y algunos scripts útiles que se desarrollen para el proyecto. Además, se cuenta con un área restringida para compartir información útil con los miembros del equipo, tales como los informes técnicos, entregables, enlaces a recursos internos, herramientas de desarrollo, entre otros. En la Figura 2, se muestra la página de inicio del sitio web del proyecto, aunque recomendamos abrir el enlace en un navegador para una correcta visualización.

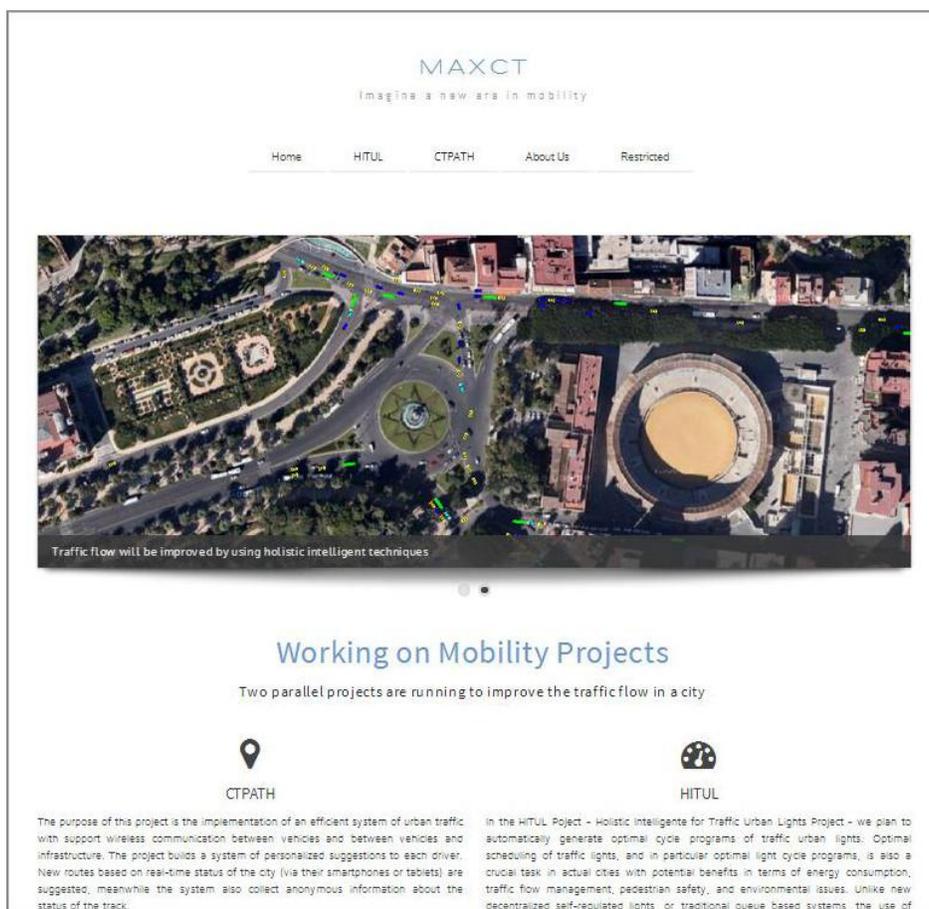


Figura 2. *Página de inicio del proyecto maxCT (<http://maxct.lcc.uma.es>).*

También se entregará al organismo de financiación las estrategias sobre las cuales pretendemos dar a conocer este proyecto. Específicamente, se diseñarán **folletos** atractivos sobre el proyecto, se creará un poster visualmente impactante de nuestro trabajo y se crearán **presentaciones** PowerPoint sobre el mismo. Todos estos instrumentos facilitarán las tareas de divulgación del proyecto en nuestra sociedad.

Además se planea aparecer en los **medios de comunicación**, como la televisión, la radio y la prensa. Las formas y los resultados de todos estos serán incluidos en nuestros informes para así mantener al organismo de financiación informado de nuestras actividades

para difundir como tenemos que usar los fondos recibidos para avanzar en el conocimiento de la universidad y ayudar a los gestores de la ciudad y a los ciudadanos al mismo tiempo.

3.2 Lista de artículos científicos-técnicos relevantes

El equipo que desarrollará este proyecto es un grupo de investigación de la Universidad de Málaga (UMA), acostumbrados a recolectar, filtrar, analizar y producir **material científico**. Los **artículos** son de suma importancia y por lo tanto estamos continuamente buscando nueva información en revistas y **conferencias** especializadas procedentes de otros grupos, organismos y empresas relacionadas con la movilidad inteligente.

Desde el principio, la concepción de este proyecto ha estado vinculado a **interactuar** con otros investigadores de España y el mundo, a fin de conocer cuáles son las nuevas y mejores maneras de resolver nuestros problemas técnicos. Estos problemas son de naturaleza **multidisciplinar**, dado que trabajamos en el fértil cruce entre la informática, las telecomunicaciones, la investigación de operaciones, la física, las ciudades inteligentes, el hardware especializado y entre otros campos de conocimiento.

Por este motivo, se tiene la intención de aprovechar al máximo nuestro **presupuesto** para viajar, ya sea para interactuar con otros, presentar o difundir nuestras ideas, conseguir que en Málaga se vea in situ como podemos mejorar, y una larga lista de **actividades propias de la producción de investigación** de calidad. También planeamos publicar algunos resultados, con el fin de maximizar el impacto de este proyecto y hacer publicidad del organismo de financiación y FEDER. Tenemos la intención de dirigirnos a importantes **conferencias, seminarios y revistas** indexadas para nuestros logros.

Como un resultado de todas estas actividades se tendrá, al final del proyecto, un gran conjunto de información en la forma de artículos científicos, informes técnicos y otros documentos que nos ayudarán a llegar a la difícil meta de mejorar la movilidad en una ciudad real. Toda esta información representa una única **fuentes de conocimiento** que se planea ofrecer como otros resultados de valor añadido, quizás no solicitada en nuestro contrato, pero que hará más amplio nuestro impacto después de terminar el proyecto.

3.3 Scripts software

Como diariamente construimos, cambiamos, ampliamos y usamos software para el desarrollo este proyecto se estarán usando y generando **pequeños scripts software** y programas especializados para diferentes tareas. De nuevo, se tratará de hacer esto de una manera estructurada y planificada, de modo que al final del proyecto se tuviera un repositorio bien organizado de software internos y externos.

La **recopilación de software externo** no es una cuestión menor: la combinación de tecnologías existentes y adecuadas es uno de los puntos clave en la obtención de resultados

satisfactorios en este amplio y difícil dominio de las ciudades inteligentes. Por lo tanto, un repositorio de los solucionadores y facilitadores usados será un valioso resultado final.

En cuanto al **software interno**, se usarán varias herramientas y se crearán programas en diferentes lenguajes cada semana del proyecto. Esto se realiza de una manera planificada y cuidadosa, con el fin de construir un único software que nos permita cambiar cualquier requisito o mejorar nuestra productividad en el futuro.

Como un resumen, aunque esto no sea un objetivo solicitado de nuestro contrato, queremos informar a la agencia de mejores maneras para proceder en los avances actuales de las ciudades inteligentes y por lo que se informará sobre las herramientas que se han usado en un intento de producir un resultado profesional.

3.4 Datos abiertos recogidos en este proyecto

En este proyecto se está tratando la movilidad inteligente en una ciudad real. Esto significa que se a su vez se estarán **recogiendo y usando datos** y probablemente se terminará con algún conjunto estructurado de información de la ciudad. Esto es un interesante valor añadido del proyecto, ya que entregaremos las dos aplicaciones acordadas más algunos resultados interesantes.

En este proyecto se usarán diferentes **fuentes de datos**:

- Datos procedentes de los gestores de la ciudad, especialmente del departamento de movilidad de Málaga. Esta información nos ayudará a probar y refinar las dos aplicaciones, además nos permitirá situar mejor y predecir futuros problemas en la ciudad.
- Datos recogidos por nuestro grupo, incluyendo datos de sensores que se planean instalar en la ciudad (semáforos en rojo y(o farolas en particular).
- Datos procedentes de nuestro análisis de literatura científica de otras partes del mundo, especialmente de Internet.

Adicionalmente, se esperan obtener datos de la ciudad de Málaga por dos medios: datos **públicos** disponibles en el sitio web para datos abiertos de Málaga y datos entregados **especialmente** a nosotros por la ciudad. El primer tipo de datos es libre y disponible públicamente para cualquier organización o compañía, es un buen intento de la ciudad de Málaga para promover los avances reales de las ciudades inteligentes. Parece incluso que Málaga se ubica entre las primeras ciudades de España a la hora de volcar los datos abiertos en sus sitios web; por lo tanto, nos planteamos hacer pleno uso de esta. El segundo tipo de datos mencionados es el dirigido a nosotros, porque se está estableciendo un acuerdo con ellos, a fin de obtener información para HITUL y CTPATH.

Nosotros tenemos un vínculo formal con la ciudad en este proyecto, y los diferentes servicios relacionados con nuestras actividades que tengan ganas de colaborar con nosotros,

no sólo con información, sino también en la evaluación del diseño y los casos de uso para nuestras herramientas.

Cualquiera que sea la fuente de datos, se intentará crear un repositorio estructurado de información con la información sobre Málaga incluyendo archivos con intensidades de tráfico, localizaciones y tipos de semáforos, ciclos reales y olas verdes para semáforos, datos detallados de sensores en las calles, etc. Esto es de nuevo un interesante efecto secundario del proyecto, que da más valor al mismo.

Referencias

- [AB+09] Alba, E., Blum, C., Asasi, P., Leon, C., & Gomez, J. A. (Eds.). (2009). *Optimization techniques for solving complex problems* (Vol. 76). John Wiley & Sons.
- [AR14] Sondra Ashmore, Kristin Runyan, Introduction to Agile Methods, Addison-Wesley Professional, 2014
- [BLS13] Boussaïd, I., Lepagnot, J., & Siarry, P. (2013). A survey on optimization metaheuristics. *Information Sciences*, 237, 82-117.
- [Cle10] Clerc, M. (2010). *Particle swarm optimization* (Vol. 93). John Wiley & Sons.
- [DP+02] Deb, K., Pratap, A., Agarwal, S., & Meyarivan, T. A. M. T. (2002). A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II. *Evolutionary Computation, IEEE Transactions on*, 6(2), 182-197.
- [DV+14] Dudas R., VandenBussche C., Baras A., Ali S.Z., Olson M.T., Inexpensive telecytology solutions that use the Raspberry Pi and the iPhone, Journal of the American Society of Cytopathology, Volume 3, Issue 1, January–February 2014, Pages 49-55, ISSN 2213-2945.
- [FW+13] Fung, P.T., White, D.R., Jouet, S., Singer, J., Pezaros, D.P., "The Glasgow Raspberry Pi Cloud: A Scale Model for Cloud Computing Infrastructures," *Distributed Computing Systems Workshops (ICDCSW), 2013 IEEE 33rd International Conference on*, pp.108,112, 8-11 July 2013
- [Gol06] Goldberg, D. E. (2006). *Genetic algorithms*. Pearson Education India.
- [GK03] Glover, F., & Kochenberger, G. A. (Eds.). (2003). *Handbook of metaheuristics*. Springer Science & Business Media.
- [HK+14] Hajdarevic, K., Konjicija, S., Subasi, A. "A low energy APRS-IS client-server infrastructure implementation using Raspberry Pi," *Telecommunications Forum Telfor (TELFOR), 2014 22nd*, vol., no., pp.296,299, 25-27 Nov. 2014
- [HR+09] Hausberger S., Rexeis M., Zallinger M., and Luz R., "Emission Factors from the Model PHEM for the HBEFA Version 3," 2009.
- [KE+12] Krajzewicz D., Erdmann J., Behrisch M., and Bieker L., "Recent Development and Applications of SUMO–Simulation of Urban MObility," *Int. J. Adv. Syst. Meas.*, vol. 5, no. 3, pp. 128–138, 2012.
- [Kua14] Y. Kuang, "Communication between PLC and Arduino Based on Modbus Protocol," in *Instrumentation and Measurement, Computer, Communication and Control (IMCCC), 2014 Fourth International Conference on*, 2014, pp. 370–373.
- [Mic11] M. Michael, "Arduino Cookbook." California, EE. UU.: O'Reilly Media, 2011.

[Rub12] Kenneth S. Rubin, *Essential Scrum: A Practical Guide to the Most Popular Agile Process*, Addison-Wesley Professional, 2012.

[WP08] Wegener A. and Piórkowski M., "TraCI: An Interface for Coupling Road Traffic and Network Simulators," in *Proceedings of the 11th Communications and Networking Simulation Symposium*, 2008, pp. 155–163.

[ZL07] Zhang, Q., & Li, H. (2007). MOEA/D: A multiobjective evolutionary algorithm based on decomposition. *Evolutionary Computation, IEEE Transactions on*, 11(6), 712-731.