

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS EN TOPOGRAFÍA,
GEODESIA Y CARTOGRAFÍA
TITULACIÓN DE GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRAFÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

***MEJORA DE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL
MUNICIPIO DE MADRID: APLICACIÓN DEL ANÁLISIS
GEOESPACIAL EN LA AMPLIACIÓN DE LA RED DE
SUMINISTRO DE COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS***

Madrid, (julio, 2015)

Alumn(a/o): Ana Belén Fraile Marciel

Tutor: César García Aranda

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS EN TOPOGRAFÍA,
GEODESIA Y CARTOGRAFÍA
TITULACIÓN DE GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRAFÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

**MEJORA DE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL MUNICIPIO
DE MADRID: APLICACIÓN DEL ANÁLISIS GEOESPACIAL EN LA
AMPLIACIÓN DE LA RED DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLES
ALTERNATIVOS**



Madrid, (julio, 2015)

Alumn(a/o): Ana Belén Fraile Marciel

Tutor: César García Aranda

Le agradezco este Trabajo a mi familia por brindarme su apoyo, tanto moral como económico, para lograr que alcance mis objetivos.

A Álvaro por estar siempre a mi lado, quererme, comprenderme y saber cómo sacarme una sonrisa.

A mis compañeros por los buenos ratos que me han hecho pasar y por ofrecerme siempre su ayuda.

Y finalmente, a los profesores por transmitirme sus conocimientos y lograr que forme parte de esta profesión, en especial a mi tutor, por toda la dedicación, esfuerzo y ayuda recibida.

ÍNDICE

I. Resumen y Abstract

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	1
2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	3
2.1. OBJETIVOS	3
2.2. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	3
2.3. FASES DE DESARROLLO	3
3. CIUDADES INTELIGENTES Y SOSTENIBILIDAD	5
3.1. QUÉ SON LAS SMART CITIES	5
3.2. MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE	6
3.3. COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS	7
3.3.1. <i>Gas licuado de petróleo (GLP)</i>	7
3.3.2. <i>Gas natural comprimido (GNC)</i>	8
3.3.3. <i>Electricidad</i>	9
4. INTRODUCCION A LOS SIG	11
4.1. HISTORIA E INTRODUCCIÓN A LOS SIG	11
4.2. ESTRUCTURA Y COMPONENTES DE LOS SIG	12
4.3. SISTEMAS DE REFERENCIA	13
4.4. CAPACIDADES DE LOS SIG EN LA GESTIÓN URBANA	14
5. DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO	15
5.1. DESCRIPCIÓN	15
5.2. ESQUEMA GENERAL	15
5.3. FUENTES DE DATOS. FACTOR ORGANIZATIVO	15
5.4. ALMACENAMIENTO DE DATOS. BASES DE DATOS ESPACIALES	17
5.5. EDICIÓN E INTEGRACIÓN DE DATOS	18
5.5.1. <i>Detección y corrección de errores</i>	18
5.5.2. <i>Unificación y limpieza de datos. Generación de estructura topológica</i>	21
5.6. ESTABLECIMIENTO DE CRITERIOS DE ANÁLISIS	21
5.7. EXPLOTACIÓN DEL SIG	23
5.7.1. <i>Gas Licuado de Petróleo (GLP)</i>	24
5.7.2. <i>Gas Natural Comprimido (GNC)</i>	26
5.7.3. <i>Electricidad</i>	27
6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	33
6.1. GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP)	33
6.2. GAS NATURAL COMPRIMIDO (GNC)	36
6.3. ELECTRICIDAD	37
7. CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE TRABAJO FUTURAS	51
8. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS	53
9. ANEXOS	55

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: ÁMBITOS DE ACTUACIÓN DE LAS SMART CITIES.	5
FIGURA 2: DISTRIBUCIÓN DE LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE GLP.....	7
FIGURA 3: DISTRIBUCIÓN DE LAS ESTACIONES DE SERVICIO PÚBLICO DE GNC.....	8
FIGURA 4: DISTRIBUCIÓN DE LAS ESTACIONES DE SERVICIO PÚBLICO DE ELECTRICIDAD.	10
FIGURA 5: EJE TEMPORAL DE LOS AVANCES EN LOS SIG.	12
FIGURA 6: ESQUEMA GENERAL DEL PROCESO DE CREACIÓN DE UN SIG.....	15
FIGURA 7: TIPOS DE ERRORES.	19
FIGURA 8: DISTRIBUCIÓN DE PARADAS DE TAXI EN LOS DISTRITOS CENTRALES DEL MUNICIPIO DE MADRID.....	24
FIGURA 9: DISTRIBUCIÓN DE LAS ESTACIONES DE SERVICIO.....	25
FIGURA 10: ZONAS DE INFLUENCIA DESDE LAS PARADAS DE TAXI.	26
FIGURA 11: PUNTOS DE SUMINISTRO DE GNC Y CENTROS DE OPERACIONES DE LA EMT.....	27
FIGURA 12: DISTRIBUCIÓN DE BARRIOS SIN PUNTOS DE SUMINISTRO ELÉCTRICO.....	27
FIGURA 13: DISTRITOS CON MAYOR PIB.	28
FIGURA 14: BARRIOS MÁS CERCANOS AL CENTRO DE MADRID.....	29
FIGURA 15: INTERSECCIÓN DE LA ZONA DE INFLUENCIA DE 2 KM Y LOS BARRIOS MÁS CERCANOS.....	29
FIGURA 16: ZONAS DE INFLUENCIA DE 100 M ALREDEDOR DE LAS PARADAS DE METRO Y CERCANÍAS.	30
FIGURA 17: DETALLE DE LOS BARRIOS SAN ISIDRO, OPAÑEL Y COMILLAS.	30
FIGURA 18: INTERSECCIÓN DE LAS ZONAS DE INFLUENCIA Y LOS VIALES EN LOS BARRIOS DE SAN ISIDRO, OPAÑEL Y COMILLAS.	31
FIGURA 19: DISTRIBUCIÓN DE LAS SOLUCIONES EN ESTACIONES DE SERVICIO.	33
FIGURA 20: ZONA DE INFLUENCIA DE 700M DESDE LAS ESTACIONES DE SERVICIO Y ZONAS CONFLICTIVAS.	34
FIGURA 21: PARADAS DE TAXI DENTRO DE LAS ZONAS DE INFLUENCIA.	34
FIGURA 22: DETALLE DE LAS PARADAS DE TAXI CON MÁS PLAZAS.....	35
FIGURA 23: DETALLE DE LAS ESTACIONES DE SERVICIO QUE CONFORMAN LA SOLUCIÓN FINAL.	35
FIGURA 24: DISTRIBUCIÓN FINAL DE LOS PUNTOS DE SUMINISTRO DE GLP.....	36
FIGURA 25: DISTRIBUCIÓN FINAL DE LOS PUNTOS DE SUMINISTRO DE GNC.....	36
FIGURA 26: IMAGEN DEL VEHÍCULO BMW I3	37
FIGURA 27: IMAGEN DEL VEHÍCULO TESLA MODEL S	37
FIGURA 28: IMAGEN DEL VEHÍCULO NISSAN LEAF	37
FIGURA 29: ZONAS DE INFLUENCIA DE 500M DESDE LAS ZONAS DE POSIBLE SOLUCIÓN.	38
FIGURA 30: DETALLE DE LA PRIMERA ZONA DE ESTUDIO, SITUADA EN EL DISTRITO DE MONCLOA-ARAVACA.....	38
FIGURA 31: DETALLE DE LA ZONA DE LA PRIMERA SOLUCIÓN POSIBLE.	39
FIGURA 32: PUNTO 1. DETALLE DE SITUACIÓN Y FOTO DEL LUGAR DE LA POSIBLE UBICACIÓN.	39

FIGURA 33: PUNTO 2. DETALLE DE SITUACIÓN Y FOTO DEL LUGAR DE LA POSIBLE UBICACIÓN.	40
FIGURA 34: DETALLE DE LA ZONA DE LA CUARTA SOLUCIÓN POSIBLE.....	40
FIGURA 35: PUNTO 3. DETALLE DE SITUACIÓN Y FOTO DEL LUGAR DE LA POSIBLE UBICACIÓN.	41
FIGURA 36: DETALLE DE LA ZONA DE LA SEXTA SOLUCIÓN POSIBLE.	41
FIGURA 37: PUNTO 4. DETALLE DE SITUACIÓN Y FOTO DEL LUGAR DE LA POSIBLE UBICACIÓN.	42
FIGURA 38: PUNTO 5. DETALLE DE SITUACIÓN Y FOTO DEL LUGAR DE LA POSIBLE UBICACIÓN.	42
FIGURA 39: DETALLE DE LA ZONA DE LA NOVENA SOLUCIÓN POSIBLE.....	43
FIGURA 40: PUNTO 6. DETALLE DE SITUACIÓN Y FOTO DEL LUGAR DE LA POSIBLE UBICACIÓN.	43
FIGURA 41: PUNTO 7. DETALLE DE SITUACIÓN Y FOTO DEL LUGAR DE LA POSIBLE UBICACIÓN.	44
FIGURA 42: DETALLE DE LA ZONA DE LA ÚLTIMA SOLUCIÓN POSIBLE.	44
FIGURA 43: DETALLE DE LA SEGUNDA ZONA DE ESTUDIO, SITUADA EN EL DISTRITO DE HORTALEZA..	45
FIGURA 44: PUNTO 8. DETALLE DE SITUACIÓN Y FOTO DEL LUGAR DE LA POSIBLE UBICACIÓN.	45
FIGURA 45: DETALLE DE LA ZONA DE LA SEGUNDA SOLUCIÓN POSIBLE.	46
FIGURA 46: PUNTO 9. DETALLE DE SITUACIÓN Y FOTO DEL LUGAR DE LA POSIBLE UBICACIÓN.	46
FIGURA 47: PUNTO 10. DETALLE DE SITUACIÓN Y FOTO DEL LUGAR DE LA POSIBLE UBICACIÓN.	47
FIGURA 48: DETALLE DE LA ZONA DE LA ÚLTIMA SOLUCIÓN POSIBLE.	47
FIGURA 49: DETALLE DE LA TERCERA ZONA DE ESTUDIO, SITUADA EN EL DISTRITO DE CARABANCHEL.	48
FIGURA 50: PUNTO 11. DETALLE DE SITUACIÓN Y FOTO DEL LUGAR DE LA POSIBLE UBICACIÓN.	48
FIGURA 51: DETALLE DE LA ZONA DE LA ÚLTIMA SOLUCIÓN POSIBLE.	49
FIGURA 52: DISTRIBUCIÓN FINAL DE LOS PUNTOS DE SUMINISTRO ELÉCTRICO.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: PRINCIPALES DATOS UTILIZADOS Y SUS FUENTES:.....	17
TABLA 2: TABLA BARRIOS.....	17
TABLA 3: ESTACIONES DE SERVICIO.....	25
TABLA 4: CENTROS DE OPERACIONES EMT	26
TABLA 5: PIB POR DISTRITOS.....	28

RESUMEN

Este Trabajo Fin de Grado trata de dar respuesta a un problema de movilidad sostenible en el municipio de Madrid. Mediante las herramientas de análisis geoespacial de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se buscan soluciones para la ampliación de la red de estaciones de suministro de combustibles alternativos como el Gas Licuado de Petróleo (GLP), Gas Natural Comprimido (GNC) y electricidad.

Los resultados obtenidos determinan las posibles ubicaciones de los nuevos puntos atendiendo a criterios específicos según el tipo de combustible. Estas soluciones procuran que se alcancen las medidas impuestas por las directivas europeas en la materia de las *Smart Cities*. Además, con este Trabajo se muestran las capacidades de gestión de los SIG en el ámbito urbano y sus posibles aplicaciones.

ABSTRACT

This Final Project answers the problem of sustainable mobility in the city of Madrid. By means of geospatial analysis tools of Geographic Information Systems (GIS) solutions are searched to extend the supply stations network for alternative fuels like Liquefied Petroleum Gas (LPG), Compressed Natural Gas (CNG) and electricity.

The final results are the best possible locations of new items according to specific criteria depending on the type of fuel. These solutions seek to the measures imposed by the European directives are reached in the field of Smart Cities. In addition, This Final Project shows management capabilities of GIS in urban areas and their possible application.



1. INTRODUCCIÓN

1.1. Definición del problema

Debido al notable crecimiento de población urbana recientemente aparece un concepto en el contexto del urbanismo y la ordenación territorial, el de *SmartCity*, que establece que las ciudades deben estar preparadas para responder a las necesidades básicas de sus habitantes, entre ellas: el transporte, el acceso a la información o la gestión de residuos, de una forma eficaz y sostenible. Todos estos servicios deben perseguir una mejor calidad de vida de los ciudadanos en un ambiente saludable.

En España, el *Plan Nacional de Ciudades Inteligentes* establece los objetivos y medidas que deben llevarse a cabo para conseguir cumplir los requisitos impuestos por las directivas europeas (DIRECTIVA 2014/94/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 22 de octubre de 2014). Los objetivos del ámbito de la movilidad intentan que se reduzcan las congestiones de tráfico y la contaminación producida por el paso de vehículos. Esto se lleva a cabo mediante dos líneas de actuación: Impulsando el transporte público y promoviendo el uso de combustibles alternativos menos contaminantes.

Las ciudades españolas están adaptándose a las nuevas directivas impuestas. La aprobación de una nueva directiva comunitaria sobre los combustibles alternativos obliga a los países miembros a incorporar una red de puntos de suministro de combustibles alternativos. Estos combustibles son, principalmente, electricidad, gas licuado de petróleo (GLP) y gas natural comprimido (GNC).

Este Trabajo Fin de Grado da solución a un problema real del Municipio de Madrid, ya que esta realizado en colaboración con la Agencia de la Energía que forma parte de la Dirección General de Sostenibilidad y Planificación de la Movilidad, del Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad del Ayuntamiento de Madrid.



2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1. Objetivos

El objetivo central de este Trabajo Fin de Grado es estudiar las posibilidades que el análisis espacial puede aportar en relación con la planificación y gestión de redes de suministro de combustibles alternativos en el municipio de Madrid.

Y como objetivos específicos:

- Mostrar las capacidades del análisis espacial en la movilidad urbana sostenible
- Identificar variables y datos de especial relevancia en el análisis espacial urbano
- Definir una propuesta de potenciales ubicaciones de suministro de combustibles alternativos basada en criterios geoespaciales y de eficiencia.

2.2. Descripción del trabajo

El Trabajo Fin de Grado se desarrollará a partir del análisis de la información existente y disponible, que se cargará en un Sistema de Información Geográfica (SIG) y base de datos asociada, diseñados a tal efecto.

Para ello se tendrán en cuenta, tanto la ubicación de los puntos de suministro ya disponibles, como toda información que pueda ser de interés dentro de la gestión de la movilidad urbana sostenible.

Tras la realización de los pasos necesarios para la creación del GIS, se establecen los criterios de ubicación y las diferentes variables a considerar en el análisis para definir los potenciales emplazamientos de nuevos puntos de suministro de combustibles alternativos. A partir de los resultados obtenidos, se plantea una propuesta y se extraen las conclusiones del trabajo.

2.3. Fases de desarrollo

a. Al comienzo es necesaria la recopilación de información acerca de los combustibles alternativos, la normativa reguladora y los puntos de suministro existentes en el municipio de Madrid (fase de documentación).

b. Posteriormente se editan las capas y datos que no estén en un formato que permita la creación de la base de datos del SIG, y se elaboran nuevas capas con los datos recogidos (fase de edición y creación).

c. Tras ello, se comienzan a establecer restricciones y criterios básicos para el análisis de las posibles ubicaciones de los puntos de suministro (fase de análisis).

d. Por último, con los resultados obtenidos se elabora una propuesta y se extraen conclusiones sobre el trabajo realizado (fase de resultados).

e. Finalmente, se prepara toda la documentación a entregar y presentar, como memoria del TFG (fase de entrega).

3. CIUDADES INTELIGENTES Y SOSTENIBILIDAD

3.1. Qué son las Smart Cities

Según la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, celebrada en Río de Janeiro en 2012, la mitad de la humanidad vive en ciudades. Se estima que hacia 2030 casi un 60% de la población mundial residirá en zonas urbanas. En España lo hace ya más del 80%, según datos del Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas de España del Ministerio de Fomento. Este notable crecimiento conllevará que, en los próximos años, ciudades de todo el mundo deban estar preparadas para prestar servicios de manera sostenible. De esta manera nace el concepto de *Smart City*.

Las *Smart Cities* son desarrollos urbanos capaces de responder a las necesidades básicas de sus habitantes, basándose, entre otros, en la sostenibilidad y eficiencia energética, la transparencia y acceso universal de los datos y el desarrollo de las TIC como soporte y herramienta de todos los servicios. De esta manera procuran que sus habitantes tengan una calidad de vida elevada con una gestión óptima de los recursos naturales.

Según un informe de la Dirección General para políticas internas del Parlamento Europeo, de enero de 2014, se considera que una ciudad es inteligente si tiene al menos una iniciativa que aborde una o más de las siguientes características: Smart People, Smart Economy, Smart Governance, Smart Living, Smart Mobility y Smart Environment, como se muestra en la siguiente figura:



Figura 1: Ámbitos de actuación de las Smart Cities.
Referencia de la figura: <http://www.smartcities.es/smart-cities/>

Para conseguir que las ciudades cumplan las características de las *Smart Cities* aparece una estrategia de gobierno en Europa denominada *Digital Agenda for Europe*. Su objetivo principal es desarrollar el mercado único para generar un crecimiento inteligente, sostenible y completo en Europa.

Esta agenda se adapta para España en 2013 (ADpE), proponiendo seis grandes objetivos:

1. Garantizar la conectividad digital fomentando el despliegue de redes y servicios.
2. Desarrollar la economía digital para el crecimiento e internacionalización de la empresa española.
3. Mejorar la administración y los servicios públicos digitales.
4. Reforzar la confianza en el ámbito digital.



5. Impulsar la I+D+i en las industrias de futuro.
6. Promover la formación de nuevos profesionales TIC.

Para cumplir estos objetivos se articulan varios planes específicos de cada sector. El plan que se centra en el concepto de las *Smart Cities* es el *Plan Nacional de Ciudades Inteligentes*. Este plan pretende impulsar la industria tecnológica y ayudar a las entidades locales en los procesos de transformación hacia este concepto a través de los organismos que lo componen: la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información (SETSI), la entidad pública empresarial Red.es, la Sociedad Estatal para la Gestión de la Innovación y las Tecnologías Turísticas, S.A. (SEGITTUR), el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y la Escuela de Organización Industrial (EOI).

IDAE, como gestor del Fondo Nacional de Eficiencia Energética, movilizará más de 140 millones de euros en ayudas directas para la mejora y eficiencia energética, destinándose, entre otros, a los sectores industrial (que incluye sistemas de gestión energética), transporte (que incluye una experiencia piloto en Mallorca con la implantación de una red distribuida de carga para vehículos eléctricos) y alumbrado, en los que se promoverá la implantación de sistemas inteligentes de monitorización energética en viviendas y edificaciones existentes.

Por otra parte, en junio de 2011, se firma en España el “*Manifiesto por las Ciudades Inteligentes. Innovación para el progreso*” cuyo compromiso es crear una red abierta para propiciar el progreso económico, social y empresarial de las ciudades a través de la innovación y el conocimiento, apoyándose en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). De esta manera aparece la *Red Española de Ciudades Inteligentes* (RECI). Su objetivo es intercambiar experiencias y trabajar conjuntamente para desarrollar un modelo de gestión sostenible y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, incidiendo en aspectos como el ahorro energético, la movilidad sostenible, la Administración electrónica, la atención a las personas o la seguridad.

La RECI tiene cuatro grupos de trabajo: Innovación social, Energía, Medio ambiente, infraestructuras y habitabilidad, Movilidad urbana y Gobierno, economía y negocios. Dentro del cuarto grupo de movilidad urbana se tratan dos temáticas: la movilidad eléctrica y los sistemas inteligentes de transportes.

3.2. Movilidad urbana sostenible

Entre los objetivos del *Plan Nacional de Ciudades Inteligentes*, en el ámbito de la movilidad, las nuevas inversiones en infraestructuras para una ciudad inteligente permitirán reducir las congestiones de tráfico, minimizar los recorridos y los tiempos de los trayectos de los conductores y proporcionar herramientas para informar a los usuarios en tiempo real de la situación del tráfico, así como impulsar el transporte público.

El transporte por carretera en la ciudad de Madrid consume anualmente un tercio de la energía de la ciudad, genera la quinta parte de las emisiones totales de gases de efecto invernadero y es el mayor responsable de las emisiones contaminantes a la atmósfera: el 56,3% de las emisiones de óxidos de nitrógeno y el 67,9% de las partículas totales en suspensión.

En esta línea, tomará relevancia la implantación de sistemas que permitan poder actuar sobre la movilidad urbana en las ciudades para conseguir cambios importantes en el reparto modal, con una mayor participación de los modos más eficientes y en detrimento de la utilización del vehículo privado con baja ocupación, mejorando con todo ello la calidad de vida de los ciudadanos y avanzando hacia un futuro bajo en emisiones de CO₂.

En Madrid, Con el fin avanzar hacia un modelo energético de movilidad más sostenible y mejorar la calidad del aire de la ciudad, la estrategia en movilidad del *Plan de Energía y Cambio Climático-Horizonte 2020* de la ciudad de Madrid trata de orientar la ciudad hacia un uso eficiente de la energía y una economía baja en carbono, como medios para combatir el cambio climático y contribuir a la cohesión económica, social y territorial de Madrid. Propone

un nuevo modelo energético para Madrid cuyos objetivos generales, para 2020, son: conseguir una reducción superior al 35% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero con respecto al año 2005, y reducir el 20% en la intensidad energética final respecto a 2011. Los resultados de este Plan en 2011, han permitido disminuir en un 22% las emisiones de gases de efecto invernadero en Madrid. La Agencia de la Energía de la Ciudad de Madrid, perteneciente al Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad del Ayuntamiento de Madrid, es la responsable de la elaboración del Plan y de su posterior seguimiento, verificando el grado de cumplimiento de los objetivos señalados, y el desarrollo de las medidas propuestas.

3.3. Combustibles alternativos

En Madrid, el transporte rodado es la principal fuente de emisiones contaminantes a la atmósfera. El contaminante que más afecta a la calidad del aire es el dióxido de nitrógeno (NO_2). Para reducir considerablemente las emisiones de este gas se debe optar por incrementar el uso de los combustibles alternativos, y para ello es necesaria una red de distribución suficiente que permita su uso.

3.3.1. Gas licuado de petróleo (GLP)

El gas licuado de petróleo (GLP) o también denominado autogás es una mezcla de propano y butano. Es el combustible más utilizado para vehículos de combustión interna debido a que sus emisiones de dióxido de carbono son un 35% inferiores a las del gasóleo.

Este gas se obtiene de dos maneras: en refinerías o a partir de gas natural.

Para obtener GLP en refinerías se utilizan los gasóleos procedentes de los destilados del petróleo crudo de los pozos petroleros tras una refinación primaria. Tras ello, se llevan a una planta de destilación fraccionada catalítica (FCC) y mediante un reactor primario con un catalizador a alta temperatura se obtiene el GLP.

Por otro lado, para obtener GLP a partir de gas natural, se reduce la temperatura del gas hasta que el propano, el butano y otros componentes se condensan. Después se someten a un proceso de purificación mediante trenes de destilación y se obtiene el GLP.

Madrid cuenta con una red de suministro de 15 puntos en estaciones de servicio.

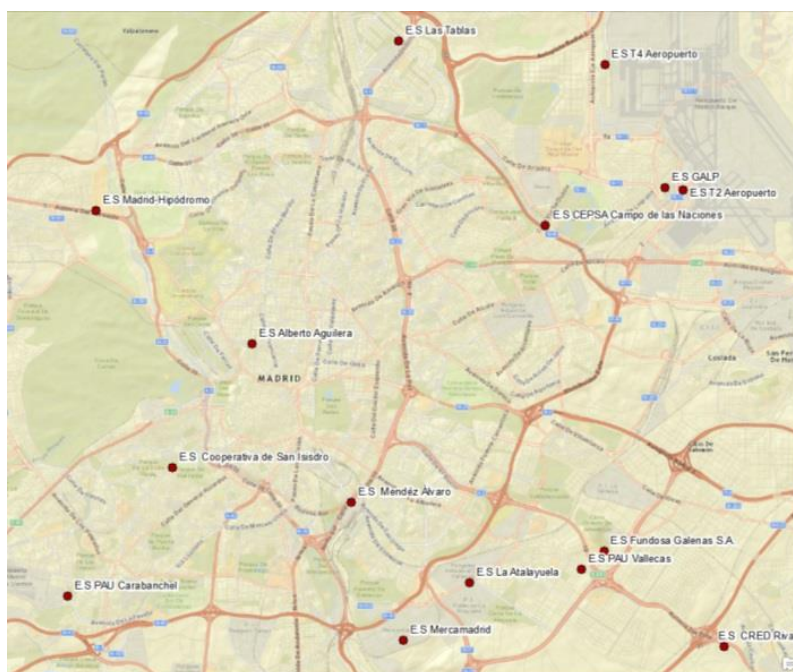


Figura 2: Distribución de las estaciones de servicio de GLP.



Este combustible es utilizado por más de 1100 taxis (datos de comienzos de 2014) y 84 vehículos de la flota municipal del Ayuntamiento de Madrid (datos del año 2013).

Además, es posible la adaptación de vehículos de gasolina para funcionar con este gas, mediante la instalación de un depósito adicional de autogás o bien en el hueco de la rueda de repuesto o bien en el propio maletero del vehículo, lo que restaría espacio de maletero pero conservaría la rueda de repuesto. Se trata de un proceso que, en ningún caso, requiere la manipulación o modificación del motor. El funcionamiento de un vehículo adaptado al autogás es sencillo: el vehículo arranca en gasolina y hasta que el motor no alcanza los 40° no pasa a consumir el gas (este proceso suele durar alrededor de un minuto). En el caso de que se agote uno de los dos combustibles, el motor pasaría a alimentarse del otro combustible, sin ninguna dificultad.

3.3.2. Gas natural comprimido (GNC)

El gas natural comprimido (GNC) es un combustible fósil constituido principalmente por metano. Reduce las emisiones de NO_x y los ruidos de manera considerable pero debido a que las características del GNC varían según el yacimiento de donde se extraiga y el tratamiento posterior de la empresa gasista, es difícil establecer unas características más precisas.

Gracias a iniciativas privadas y a actuaciones desarrolladas en el ámbito municipal de Madrid, existe una red de suministro con 12 puntos, 3 de ellos de acceso público y está prevista la apertura de 3 nuevos puntos en 2015.

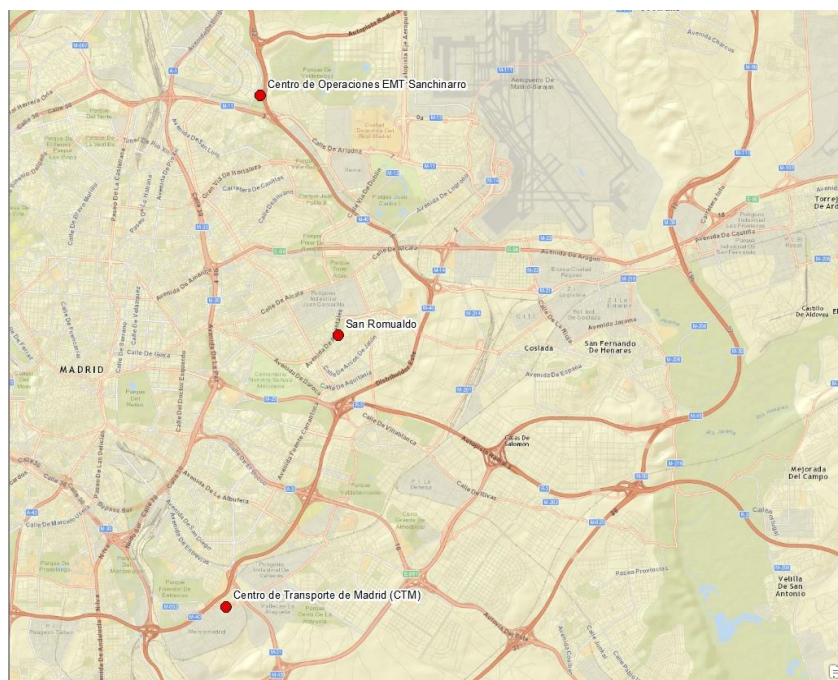


Figura 3: Distribución de las estaciones de servicio pública de GNC.

El GNC ya ocupa un lugar importante entre las tecnologías menos contaminantes utilizadas en la flota del Ayuntamiento de Madrid. Este combustible impulsa más del 40% de la flota de autobuses de la Empresa Municipal de Transportes (EMT), el 100% de la flota de recogida de residuos y un total de 18 grúas municipales.

La principal ventaja del GNC respecto al GLP es el bajo coste por kilómetro siendo éste más reducido en estos vehículos todavía, por lo tanto se pueden hacer el mismo número de kilómetros pero con un menor gasto económico en el caso del GNC. En contra, la principal desventaja es el escaso número de estaciones de servicio de acceso público. En cuanto a la seguridad, es más seguro el GLP ya que al tratarse de un líquido tiende a caer hacia el suelo y

menos probable que explote y el GNC al tratarse de un gas subiría a la atmósfera y sería más probable que explotase debido a la presión con que se almacena (2900 psi).¹

Al igual que en el GLP, es posible la adaptación de vehículos de gasolina para funcionar con este combustible, pero así como en las adaptaciones a GLP se podía utilizar un pequeño espacio para el depósito, como en el hueco de la rueda de repuesto, para el GNC no es suficiente ya que este gas ocupa más espacio.

3.3.3. Electricidad

Un vehículo eléctrico es aquel que utiliza la electricidad para propulsarse. El coche eléctrico no es un invento moderno como podían ser los vehículos propulsados por GLP o GNC, los primeros vehículos eléctricos puros inventados por Robert Anderson datan de comienzos del siglo XIX. Al mejorar la pila eléctrica a mediados del siglo XIX se impulsó el estudio de estos vehículos pero no fue hasta principios del siglo XX cuando tuvieron relativo éxito comercial. La introducción del arranque eléctrico del Cadillac en 1913 simplificó la tarea de arrancar el motor de combustión interna, que antes de esta mejora resultaba difícil y a veces peligroso. Esta innovación, junto con el sistema de producción en cadenas de montaje de forma masiva y relativamente barata implantado por Ford desde 1908 contribuyó a la caída del vehículo eléctrico. Además las mejoras se sucedieron a mayor velocidad en los vehículos de combustión interna que en los vehículos eléctricos. A finales de 1930, la industria del automóvil eléctrico desapareció por completo, quedando relegada a algunas aplicaciones industriales muy concretas.

En España, la Agencia de la Energía promueve, en colaboración con otros órganos municipales, el despliegue de una infraestructura de recarga eléctrica de acceso público y adaptada a las necesidades de los usuarios de vehículos eléctricos. En el año 2009, la ciudad de Madrid se adhirió al proyecto piloto MOVELE, liderado por el IDAE, de demostración de los efectos energéticos y ambientales de la movilidad eléctrica en su uso urbano.

El Plan MOVELE es el nombre del Plan de Acción 2010-2012 que se enmarcaba dentro de la Estrategia Integral de Impulso al Vehículo Eléctrico en España 2010-2014, que puso de manifiesto la necesidad de realizar una serie de actuaciones con el objetivo de promover el desarrollo y utilización de los vehículos eléctricos en España a través del fomento de la demanda de estos vehículos, del apoyo a la industrialización e I+D de esta tecnología, facilitando la adaptación de la infraestructura eléctrica para la correcta recarga y gestión de la demanda, y potenciando una serie de programas transversales relacionados con la información, comunicación, formación y normalización de estas tecnologías. Con el fin de incentivar la demanda del mercado sobre el vehículo eléctrico frente a vehículos de tecnologías convencionales, desde el Gobierno de España se ha estimado conveniente un programa de incentivos económicos para su adquisición, que en los años 2013 y 2014 han contado con un presupuesto anual de 10 millones de euros. Los vehículos objeto de estas ayudas -a excepción de los de dos ruedas- son aquellos cuya energía de propulsión proceda, total o parcialmente, de la electricidad de sus baterías, cargadas a través de la red eléctrica. De esta manera, se pretende facilitar y fomentar el desarrollo de la movilidad eléctrica, beneficiosa por su contribución a la mejora del sector del transporte, de la eficiencia energética y medioambiental, así como a la reducción de la dependencia energética del petróleo.

¹ Psi= "Pound-force per square inch"= libra-fuerza por pulgada cuadrada. 1 psi=68.046*10⁻³ atm

2900 psi=197.33 atm



La normativa estatal vigente (Ley 24/2013 del Sector Eléctrico y el Real Decreto 647/2011) exige que los servicios de recarga energética se presten exclusivamente por empresas habilitadas para tal fin.

Dados estos requisitos y la necesidad de adaptar tecnológicamente la red de 24 puntos de recarga para vehículos eléctricos instalados en vía pública, el Ayuntamiento de Madrid está procediendo a la renovación de dicha infraestructura.

La adecuación de la red permitirá la prestación de nuevas funcionalidades:

- Control inteligente de la recarga y medida en tiempo real.
- Utilización de conectores no disponibles actualmente.
- Mejora en la potencia de recarga en aquellos casos que sea técnicamente viable.
- Explotación de los datos de uso de la infraestructura.
- Interoperabilidad entre los puntos de recarga.

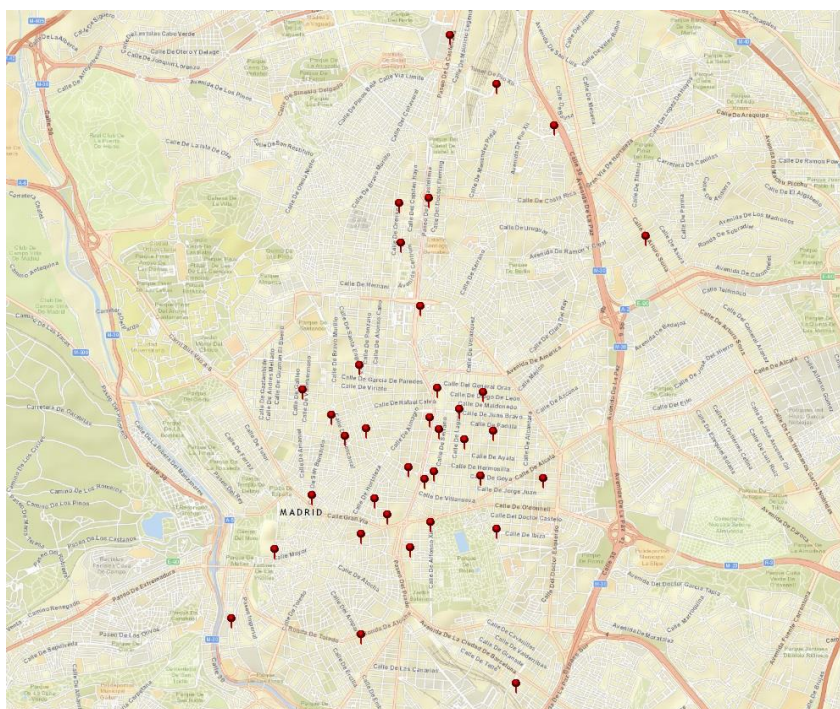


Figura 4: Distribución de las estaciones de servicio público de electricidad.

Para utilizar la nueva red de puntos será necesario ponerse en contacto con uno de los dos gestores de carga, IBIL o GIC, para solicitar la tarjeta que habilita la recarga e informarse de las condiciones y tarifas aplicables.

Además de los 24 puntos de recarga eléctrica en la vía pública existen puntos de recarga en aparcamientos municipales y en centros comerciales.

Madrid cuenta ya con 178 vehículos híbridos de la policía y transporte interno municipal y 153 vehículos eléctricos de las contratas de medio ambiente de parques y jardines.



4. INTRODUCCION A LOS SIG

4.1. Historia e introducción a los SIG

Hace 15000 años en las cuevas de Lascaux (Francia), los hombres de Cromañón pintaban los animales que cazaban y sus rutas de migración. Esto representa por primera vez una imagen con información asociada, el fundamento de los actuales SIG.

En 1854 en el Soho (Londres, Reino Unido), John Snow realizó un mapa con los casos de cólera en el distrito, de manera que era la primera vez que se analizaba conjuntos de fenómenos geográficos dependientes.

A principios del siglo XX aparece la foto litografía donde los mapas son separados en capas.

En los años 60, se produce un avance del hardware debido a la investigación de armamento nuclear, lo que da lugar a la aparición de las primeras aplicaciones cartográficas para computadores.

En 1962, en Ottawa (Ontario, Canadá), Roger Tomlinson perteneciente al Departamento Federal de Silvicultura y Desarrollo Rural realiza un SIG de Canadá (CGIS) que recoge un inventario de tierras de Canadá (CLI) en el que añade un factor de clasificación para el análisis y en el que además se puede digitalizar y escanear los datos. Se puede considerar que es el primer SIG tal y como se conoce hoy en día.

En 1964, en la Universidad de Harvard, Howard T. Fisher forma el Laboratorio de Computación y Análisis espacial donde incorpora conceptos teóricos para el manejo de datos espaciales.

Esto da lugar a que en los años 70 se cree un código de software como SYMAP, GRID u ODYSSEY.

En los años 1977 y 1982, respectivamente, se desarrollan en paralelo dos proveedores de sistemas de dominio público, Map Overlay Statistical System (MOSS) y Geographic Resources Analysis Support System (GRASS).

En los años 80, aparecen los primeros proveedores comerciales de SIG: M&S Computing (conocido posteriormente como Intergraph), Environmental Systems Research Institute (ESRI) y Computer Aided Resource Information System (CARIS).

En la década de los 90 se inicia una fuerte etapa comercial para profesionales.

A principios del siglo XXI, los usuarios comienzan a exportar los SIG a internet lo que da lugar a la creación de estándares.

Actualmente, se opta por la creación de los SIG de código libre de manera que cualquier usuario puede modificarlos para llevar a cabo tareas más específicas.

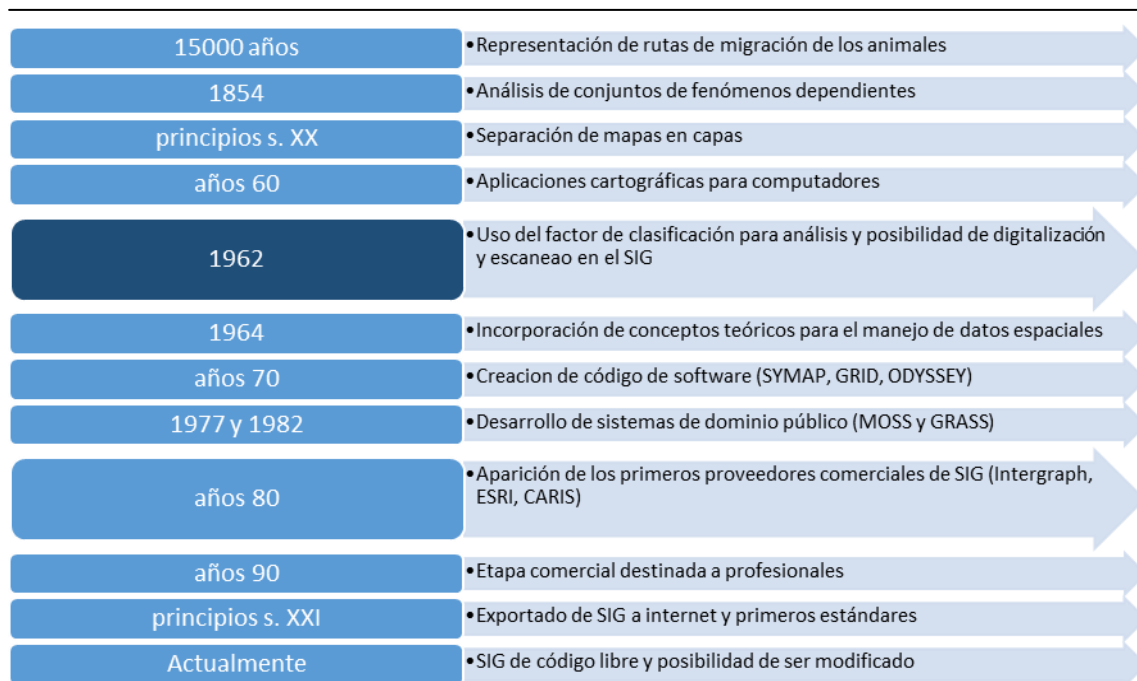


Figura 5: Eje temporal de los avances en los SIG.

Un SIG es un conjunto de herramientas que permite relacionar la información geográfica con información recogida en una base de datos. De esta manera, es posible realizar operaciones de análisis, edición, almacenamiento, organización y gestión de la información.

Existen tres acepciones para el uso del acrónimo SIG:

- SIG como disciplina: ciencia aplicada que se ocupa de la aplicación de las tecnologías de la información a la gestión de la información geográfica.
- SIG como proyecto: sistema capaz de llevar a cabo realizaciones prácticas de la disciplina SIG sobre elementos de la Geografía.
- SIG como software: conjunto de programas integrados que permiten la realización de un SIG como proyecto.

Algunos autores dan una definición de SIG más rigurosa, como Burrough, Goodchild y Rhin para el Departamento de Medio Ambiente (DoE) que definen un SIG como: «*Conjunto integrado de medios y métodos informáticos, capaz de recoger, verificar, almacenar, gestionar, actualizar, manipular, recuperar, transformar, analizar, mostrar y transferir datos espacialmente referidos a la Tierra.*» o Burrough y Bouille que además sostienen que debería verse como un modelo del mundo real, definiéndolo como: «*Modelo informatizado del mundo real, en un sistema de referencia ligado a la Tierra para satisfacer unas necesidades de información concretas.*». En cualquier caso es la integración información con programas informáticos o software.

Se trata de una herramienta imprescindible para labores como la planificación territorial o la respuesta de emergencia.

Su funcionamiento es similar a una base de datos en la que además hay información geográfica, de manera que cada entidad tiene un identificador e información asociada a él. Al seleccionar un objeto gráfico podemos saber todos sus atributos y de manera inversa, al seleccionar un registro en una tabla nos dice a qué elemento se corresponde en el espacio de trabajo. Esta particularidad es lo que hace que sea realmente útil para la gestión de información espacial.

4.2. Estructura y componentes de los SIG

Para poder representar las entidades espaciales como los elementos puntuales, los lineales y los superficiales, existe una rama de las matemáticas que estudia las propiedades de los cuerpos geométricos que permanecen inalteradas bajo transformaciones continuas o topológicas. A esto se le llama topología.

Tras aplicar transformaciones afines, hay una serie de propiedades que permanecen invariantes, como que todo punto exterior o interior a una superficie lo sigue siendo, y propiedades que varían como las distancias o las posiciones.

Para poder representar las entidades espaciales es necesario el uso de un elemento único, conexo e indivisible. A este elemento se le llama primitiva. Hay tres tipos de primitivas topológicas: nodo, arco y cara.

Un nodo es la primitiva de dimensión cero que se corresponde con elementos puntuales o extremos de elementos lineales.

Un arco es la primitiva de dimensión uno que se corresponde con elementos lineales que están delimitados por dos nodos en sus extremos. Si el arco es cerrado los nodos inicial y final coincidirán.

Una cara es la primitiva de dimensión dos que se corresponde con elementos superficiales que están delimitados por arcos concatenados. Las caras son excluyentes y en el espacio ilimitado e infinito se encuentra la denominada Cara Cero (C0).

Existen varios tipos de estructuras vectoriales utilizadas en un SIG para el almacenamiento de datos posicionales: el modelo espagueti en el que no se usan primitivas, el modelo grafo donde se usan nodos y arcos y el modelo de topología completa donde se usan todas las primitivas (nodo, arco y cara). El modelo más utilizado en un SIG es el modelo de topología completa ya que permite la representación espacial completa en dos dimensiones.

Los componentes básicos de un SIG son el hardware, software y datos. El hardware es el conjunto de componentes materiales (parte física) que se utilizan en un sistema informático. El software es el conjunto de programas que hacen posible la creación del SIG (parte no física). Los datos son la información geográfica con información asociada (atributos) cuya complejidad y características obliga a la utilización de un sistema de información más especial como es el SIG.

4.3. Sistemas de referencia

Para la representación de la información en dos dimensiones es necesario el uso de sistemas que permitan que cada objeto sobre la superficie terrestre quede representado por su posición exacta y guarde propiedades respecto a los demás elementos. Estos sistemas son los sistemas de referencia. Los sistemas de referencia pueden ser locales o globales.

Los sistemas de referencia locales son los que están particularizados para una zona concreta de la superficie terrestre. Para ello utilizan un elipsoide de revolución en el que en uno de sus puntos, llamado datum, coinciden la vertical y la normal al elipsoide. La adopción de sistemas locales provoca la no coincidencia de cartografías continuas. Para solucionar estos problemas se pueden realizar transformaciones de coordenadas o usarlos sistemas de referencia globales.

Los sistemas de referencia globales son sistemas que son válidos para grandes extensiones como en el caso de Europa. Estos sistemas aparecen al avanzar en el estudio de las técnicas GNSS (Global Navigation Satellite System). Estas técnicas utilizan constelaciones de satélites y por tanto tienen que basar sus medidas en sistemas continuos. En Europa se utiliza el sistema global ETRS89, asociado al elipsoide de referencia GRS80, prácticamente idéntico al WGS84 utilizado por estos sistemas geodésicos y topográficos.



En los SIG se debe establecer un sistema de coordenadas único para la zona de estudio al que añadir los datos, cuales sean sus sistemas, pudiendo realizar transformaciones en el momento. Además del sistema de coordenadas, se debe elegir una proyección plana, que en el caso de España es la proyección UTM (Universal Transverse Mercator). Esta proyección está basada en el desarrollo de un cilindro tangente al elipsoide, pero en este caso el punto de tangencia no se encuentra en un paralelo, como ocurre con la proyección Mercator, sino en uno de los meridianos convirtiéndolo en la única línea automecoica de la proyección. Para que se pueda usar en toda la superficie terrestre emplea un sistema de husos de manera que en cada uno el centro coincide con el meridiano central de tangencia.

4.4. Capacidades de los SIG en la gestión urbana

Debido a la variedad de información que maneja la gestión municipal es básico utilizar una herramienta que pueda realizar todo tipo de análisis como un SIG. Al comienzo estos gestores utilizaban un SIG específico para cada área, de manera que tenían datos que eran redundantes e innecesarios y además ocupaban un espacio de almacenamiento. Lo lógico, en este caso, es tender a crear un SIG polivalente, o al menos, un sistema que permita que los datos sean compartidos por todas las áreas administrativas.

Un SIG corporativo municipal permite la realización de múltiples gestiones:

- Planeamiento urbanístico, ya que es capaz de recoger los distintos usos del suelo y en base a ellos determinar las distintas zonas para los nuevos usos.
- Toma de decisiones para la concesión de licencias de obra, en función del entorno donde esté ubicada dicha obra y de otros parámetros.
- Gestión ambiental, generando modelos de ruido o contaminación o determinando las mejores rutas para la recogida de residuos así como los lugares más idóneos para su tratamiento y almacenaje.
- Planeamiento de servicios como agua, gas o electricidad mediante un SIG que recoja todas las canalizaciones y cajas de registros.
- Planeamiento de los sistemas de transporte para la eficiencia de los mismos, estudiando las principales rutas y el número de usuarios en las distintas franjas horarias.
- Planeamiento de situaciones de emergencia y planes de actuación en dichas circunstancias.
- Control de elementos urbanos como el mobiliario, elementos de alumbrado, señales de tráfico, etc.
- Simulación de impactos para el emplazamiento de fábricas, nuevas canalizaciones de ríos, túneles, etc.
- Estudio de nuevos emplazamientos para equipamientos como polideportivos, zonas comerciales, hospitales, etc.

5. DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1. Descripción

En este Trabajo Fin de Grado se estudian las posibles ubicaciones de puntos de suministro de los combustibles alternativos. Para ello se crea un SIG desde el inicio con la información disponible y se realizan tareas de análisis para determinar esas ubicaciones.

A partir de los resultados obtenidos, se plantea una propuesta y se extraen las conclusiones del trabajo.

5.2. Esquema general

Las fases generales de la creación de un SIG son las siguientes:



Figura 6: Esquema general del proceso de creación de un SIG.

5.3. Fuentes de datos. Factor organizativo

El origen de los datos puede ser variado y presentarse de maneras diversas. No hace tanto tiempo, toda la información tenía su origen en un mapa en papel, los datos geográficos no se encontraban en formato digital. Una tarea básica era la digitalización.

En la actualidad, la recolección de datos es un ámbito complejo con muchas alternativas. Integrar dentro del SIG todos los datos disponibles es una tarea que requiere un conocimiento detallado de estos. Al fin y al cabo, la verdadera razón de ser de los SIG reside en los datos, por lo que es necesario conocer sus características (forma y propiedades) y entender cómo se almacenan en un entorno digital. Un aspecto clave es integrar los datos de distinta procedencia en un marco con unas características comunes. Para ello se utilizan modelos que nos permiten el paso de elementos geográficos a entidades que puedan usarse en un SIG.



Uno de los modelos más extendidos es el modelo Entidad-Relación. En él se pueden diferenciar varias partes: Entidad, atributo, relación, clase de entidad y clave.

Las entidades son las representaciones de cada elemento individual de interés.

Los atributos son los elementos que contienen información acerca de las propiedades o características de las entidades. Llevan asociado un dominio que es el conjunto de valores permitidos que puede tomar cada atributo.

Las relaciones son las asociaciones entre entidades. Existen tres tipos de relaciones:

Relación 1:1 Es la relación entre cada entidad con una sola entidad de otra clase.

Relación 1:N Es la relación entre cada entidad con una o varias entidades de otra clase.

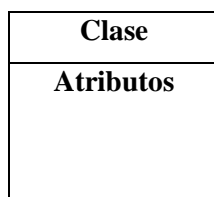
Relación N:M Es la relación entre cada entidad con una o varias entidades de otra clase y viceversa.

Las clases de entidad son las entidades que tienen atributos, dominios o relaciones comunes.

La clave es el atributo o conjunto de atributos que definen cada entidad de una clase de manera única. Es el identificador.

El modelo UML (Unified Modeling Language) define el lenguaje unificado del modelo de datos. Es un estándar que persigue obtener un lenguaje universal para cualquier tipo de sistema mediante diagramas que contengan toda la información. Se basa en las normas ISO TC211. Tales normas especifican modelos, métodos, herramientas y servicios para la gestión, adquisición, procesamiento, análisis, acceso, presentación y transferencia de datos geográficos digitales entre diferentes usuarios, sistemas y localizaciones.

Para realizar un diagrama UML es necesario el uso de la abstracción, de manera que se muestren ciertos aspectos del sistema y se oculten otros con el fin de que sea más fácil de entender. Entre los tipos de diagramas posibles el que se utiliza, en el caso de la construcción de un SIG, es el diagrama estructural de clases. Este tipo de diagrama muestra los elementos de construcción del sistema, es decir, las características de permanecen inalterables con el paso del tiempo. Los atributos pueden ser del tipo Integer, Boolean o String, que son entero (número), booleano (verdadero o falso) y Alfanumérico. Un ejemplo del formato gráfico de la clase sería el siguiente:



Una vez se realiza el diagrama UML es muy fácil pasar a organizarlo en Bases de Datos Espaciales.

En el caso de este Trabajo Fin de Grado (TFG), se han utilizado diversas fuentes de datos recogidas en la siguiente figura:

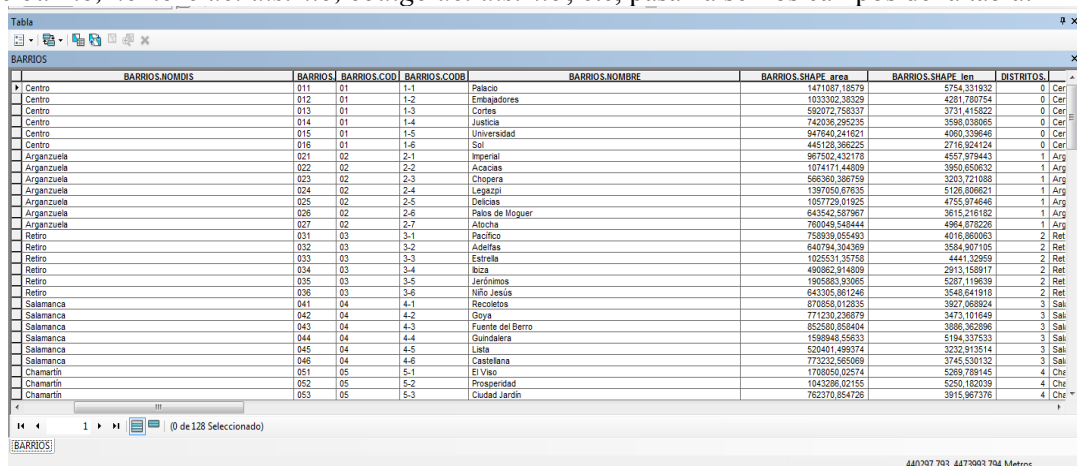
capas o tablas	organismo que proporciona	página web
barrios	Ayuntamiento de Madrid	http://datos.madrid.es/portal/site/egob/
distritos	Ayuntamiento de Madrid	http://datos.madrid.es/portal/site/egob/
estaciones de servicio de combustibles menos contaminantes	Ayuntamiento de Madrid	http://datos.madrid.es/portal/site/egob/
paradas de taxi	Ayuntamiento de Madrid	http://datos.madrid.es/portal/site/egob/
estaciones metro y cercanías	Ayuntamiento de Madrid	http://datos.madrid.es/portal/site/egob/
áreas de prioridad residencial	Ayuntamiento de Madrid	http://datos.madrid.es/portal/site/egob/
aparcamientos mixtos	Ayuntamiento de Madrid	http://datos.madrid.es/portal/site/egob/
padrón	Ayuntamiento de Madrid	http://datos.madrid.es/portal/site/egob/
población	Instituto Nacional de Estadística	http://www.madrid.org/iestadis/index.html
PIB	Instituto Nacional de Estadística	http://www.madrid.org/iestadis/index.html
Tramos de viales	CartoCiudad	http://www.cartociudad.es/portal/
manzanas y códigos postales	Catastro	http://www.sedecatastro.gov.es/

Tabla 1: Principales datos utilizados y sus fuentes:

5.4. Almacenamiento de datos. Bases de Datos Espaciales

Las Bases de Datos Espaciales (BDE) representan la materialización en soporte informático de un modelo de datos. Para permitir el acceso y uso por los distintos usuarios de las BDE, existen los llamados Sistemas Gestores de Bases de Datos que son un conjunto de programas con una características como el almacenamiento interrelacionado de datos (sin duplicidades y con redundancias mínimas), control centralizado de datos respecto a los accesos simultáneos (limitación selectiva de acceso) y seguridad de los datos (sistemas de protección frente a pérdidas o exactitud y validez de los mismos). Estos sistemas utilizan el modelo relacional de Codd (1970).

Una vez diseñado el diagrama UML, se debe convertir en tablas que formaran parte del Sistema de Bases de Datos Espaciales. En cada tabla la entidad será el nombre de la tabla y sus atributos los campos. Por ejemplo, en la tabla de *Barrios* los atributos que eran *nombre del barrio*, *código de barrio*, *nombre del distrito*, *código del distrito*, etc, pasan a ser los campos de la tabla:



BARRIOS.NOMDIS	BARRIOS	BARRIOS.COD	BARRIOS.CODE	BARRIOS.NOMBRE	BARRIOS.SHAPE.area	BARRIOS.SHAPE.len	DISTritos
Centro	011	01	1-1	Palacio	1471087.18579	5754.331932	0 Cer
Centro	012	01	1-2	Embajadores	1033302.38329	4281.780754	0 Cer
Centro	013	01	1-3	Cortés	582072.75537	3731.415622	0 Cer
Centro	014	01	1-4	Justicia	742039.26525	3686.030665	0 Cer
Centro	015	01	1-5	Universidad	947640.241821	4060.338648	0 Cer
Centro	016	01	1-6	Sol	445128.386225	2716.924124	0 Cer
Arganzuela	021	02	2-1	Imperial	987502.432178	4557.979443	1 Arg
Arganzuela	022	02	2-2	Acacias	1074171.44809	3950.650832	1 Arg
Arganzuela	023	02	2-3	Chopera	966369.386759	3203.721088	1 Arg
Arganzuela	024	02	2-4	Legislación	1307050.67635	5128.008621	1 Arg
Arganzuela	025	02	2-5	Dedales	1057729.01925	4755.974646	1 Arg
Arganzuela	026	02	2-6	Palos de Moguear	643542.587987	3815.218182	1 Arg
Arganzuela	027	02	2-7	Albaca	760045.548444	4964.076226	1 Arg
Retiro	031	03	3-1	Pacífico	759319.055493	4016.860963	2 Ret
Retiro	032	03	3-2	Adelfas	640794.304369	3584.907105	2 Ret
Retiro	033	03	3-3	Estrella	1025531.38758	4441.329859	2 Ret
Retiro	034	03	3-4	Ibiza	490362.914809	2913.153917	2 Ret
Retiro	035	03	3-5	Jerónimos	1905983.83065	5287.119639	2 Ret
Retiro	036	03	3-6	Niño Jesús	643305.061246	3548.841918	2 Ret
Salamanca	041	04	4-1	Recoletos	870858.012835	3927.068924	3 Sal
Salamanca	042	04	4-2	Soyá	771220.298979	2472.101848	3 Sal
Salamanca	043	04	4-3	Fuente del Berro	852580.858404	3886.362896	3 Sal
Salamanca	044	04	4-4	Gundalaria	158848.55633	5194.337533	3 Sal
Salamanca	045	04	4-5	Liria	526401.495074	3232.913514	3 Sal
Salamanca	046	04	4-6	Castellana	773232.565069	3745.530132	3 Sal
Chamartín	051	05	5-1	El Viso	1708050.02574	5269.789145	4 Che
Chamartín	052	05	5-2	Prosperidad	1043286.02155	5250.182038	4 Che
Chamartín	053	05	5-3	Ciudad Jardín	762370.854726	3815.981376	4 Che

Tabla 2: Tabla Barrios.



Después de crear cada tabla es necesario además observar las relaciones que existen entre ellas, porque de ellas depende que haya que añadir algún campo o en ocasiones una tabla auxiliar. Si la relación es 1:1 se añade el campo la clave de una tabla y sus campos en la otra tabla. Si la relación es 1:N se añade la clave de la tabla “uno” en la tabla “muchos”. Si la relación es N:M se crea una tabla nueva que relacione ambas de manera que los campos de esa tabla sean las claves de las tablas anteriores.

De esta manera se estructuran tablas y las relaciones entre ellas y ello da lugar a la composición de la Base de Datos Espacial (BDE).

Una vez realizados estos procesos hay que normalizar, que es el proceso de optimización del diseño de la estructura. Para ellos existen las denominadas Formas Normales que son un conjunto de reglas cuyo cumplimiento garantiza el correcto diseño de la BDE.

Las Primeras Formas Normales del Dr. Codd (1970-1979) verifican que:

- *A cada combinación de fila-columna le corresponde un valor único e indivisible.*
- *Existe al menos una Clave Candidata en la tabla.*
- *El orden de las filas y las columnas es irrelevante para criterios de búsqueda.*

Tras las Formas Normales de Codd apareció la Forma Normal de Boyce-Codd que la complementa: “Además de cumplir las primeras Formas Normales, se debe verificar que todo determinante de la tabla es una clave candidata”. En el caso de que existieran determinantes que sean clave candidata se suprimirían de la tabla original los campos que determinen y se crearía una nueva tabla con dichos campos y como Clave Primaria su determinante.

Para que estas BDE relacionales sean operativas por los programas SIG incluyen algún campo de tipo geométrico que solo podrá ser leído por estos programas y no por la BD.

5.5. Edición e integración de datos

Se llama edición a la detección y corrección de errores de los datos en un SIG. Dependiendo de la naturaleza de los datos o del tipo de error podrá llevarse a cabo mediante un proceso específico.

Se llama integración a la disposición conjunta de los datos y su adecuación a las necesidades de nuestro proyecto SIG. Este proceso conlleva etapas como la unificación de formatos o la limpieza de los mismos.

5.5.1. Detección y corrección de errores

El elevado volumen de los datos gráficos y alfanuméricos junto al gran número de operaciones que se realizan en los SIG, revela que los errores puedan llegar a ser muy importantes o incluso invalidar los resultados. Por ejemplo, es imposible crear zonas de influencia en un área con un lazo. Según el origen de los errores, se pueden clasificar en varios grupos, como se puede observar en la siguiente figura:

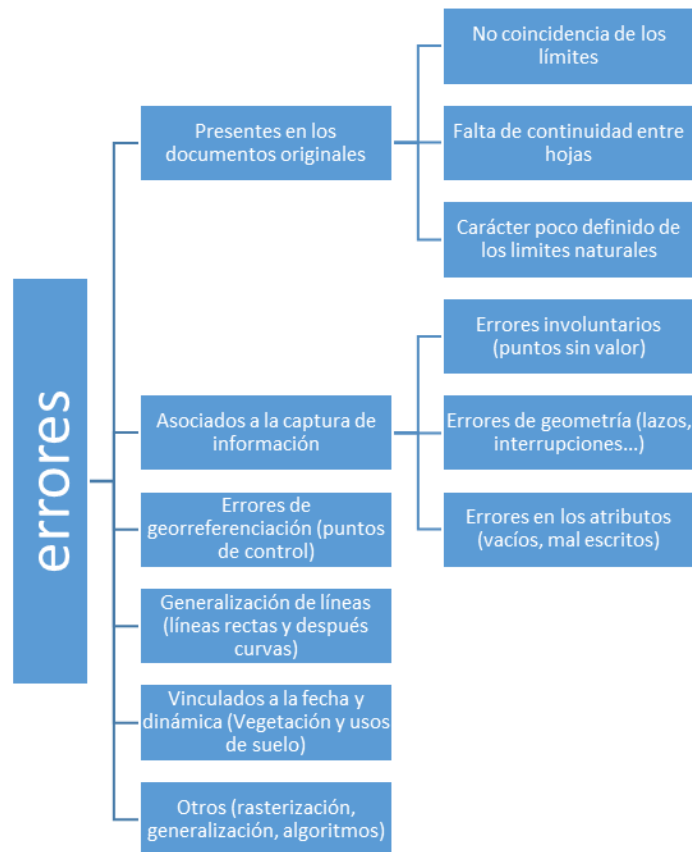


Figura 7: Tipos de errores.

- Errores presentes en los documentos originales

Son errores antiguos derivados del uso de instrumentos menos precisos o de la utilización de metodologías menos desarrolladas, aunque también pueden incluir omisiones o imprecisiones cometidas por el autor. Otros se vinculan a la zona estudiada o al uso de criterios interpretativos distintos. Estos errores afectan tanto a la geometría (forma y posición) como a los valores del atributo asociado o las relaciones topológicas. Los más frecuentes son:

- No coincidencia de los límites al utilizar dos estratos temáticos distintos como suelos y geología, por ejemplo, donde los límites no son idénticos en ambas coberturas.
- Falta de continuidad en la información de una hoja a otra. El uso de criterios interpretativos distintos provoca que una zona no tenga continuidad. Es frecuente en los mapas topográficos que las hojas no casen entre si y una de las causas es la desigual cota de referencia (0) lo que provoca un distinto trazado de las curvas de nivel.
- Carácter poco definido de los límites naturales. Resulta difícil fijar los límites de una formación, como donde acaba un bosque y empieza una zona de matorral.

- Errores asociados a la captura de información

La digitalización es un proceso costoso, delicado y tedioso que debe ser llevado a cabo por personal especializado. Esta transformación no está exenta de errores que son casi inevitables. Los más frecuentes son:



- Errores involuntarios producidos por desplazamientos inconscientes del digitalizador que provocan la aparición de puntos aislados sin valor temático asociado ($z=0$) que generan problemas de interpolación a la hora de elaborar Modelos Digitales de Elevaciones (MDE).
 - Errores en la geometría de las entidades. Los elementos aparecen desplazados respecto a su posición original o bien su aspecto no se corresponde con el que presentan en la realidad: zig-zags, lazos, desplazamientos e interrupciones, subtrazos por polígonos que no están cerrados, sobretrazos debidos a líneas de unión que rebasan su punto final, líneas duplicadas ya que el digitalizador ha dibujado dos veces la misma entidad pero la segunda vez desplazada, cruces y conexiones anómalas y omisiones de entidades.
 - Errores en los atributos. Existen dos posibilidades: la entidad carece de atributo por algún olvido y por tanto se puede corregir insertándolo o la entidad posee un atributo equivocado que suele producirse a la hora de teclearlo y que no siempre es fácil de detectar.
- Errores provocados durante la georreferenciación

Determinados documentos (imágenes escaneadas, fotos aéreas...) requieren ser sometidos a un proceso de georreferenciación. Esto implica la selección de una serie de puntos de control. Suele pasar que estos puntos presenten ligeros errores de localización lo que se traduce en errores más o menos graves en el documento final.

- Errores provocados por la generalización de líneas

Los instrumentos de digitalización convierten en rectas todas las líneas o segmentos originales siendo preciso aplicar alguna rutina de curvado en alguna de ellas.

- Errores vinculados a la fecha de la información y a la dinámica del territorio

Existen elementos cambiantes en la naturaleza como la vegetación, los usos del suelo, etc. Estas transformaciones pueden afectar a estratos temáticos como el paisaje para mapas de peligrosidad o de conservación del medio.

- Otros errores

Se asocian a la rasterización o vectorización, a la generalización cartográfica o a los algoritmos utilizados en la fase de análisis.

Para detectar y corregir estos errores será necesario comprobar la consistencia e integridad de los conjuntos de datos antes de ser utilizados. Este requisito se aplica tanto a la calidad geométrica y topológica como a la calidad de la semántica. Se pueden detectar y corregir los errores de manera manual, automática o ambas.

- Detección y corrección manual

Es la forma más básica y en ocasiones la única forma. Los datos se revisan visualmente eliminando los errores de forma manual mediante herramientas de edición: modificación de vértices, extensión de geometría hasta intersección, arreglo de conectividad, etc. Es un proceso lento y costoso y en el que además hay errores que no pueden ser detectados por el ojo humano (elementos por debajo del límite de percepción visual, puntos casi coincidentes...)

En este TFG se han detectado ciertos errores de esta manera, como algunas tablas en las que algún campo no está normalizado para su inclusión en *ArcGis* o problemas con los signos puntuación utilizados en un programa u otro (los puntos en *Excel* son comas en *ArcGis*).

- Detección automática y corrección manual

Una forma más avanzada es la identificación automática de los errores para después aplicar métodos de edición manual. Existen herramientas que permiten identificar y corregir automáticamente algunos errores pero otros es necesario corregirlos manualmente como líneas que intersecan y se pueden partir automáticamente por el punto de intersección pero luego hay que borrar manualmente las líneas sobrantes. Es importante destacar que algunos de los casos no son necesariamente errores, ya que puede ocurrir que una línea que se detecta demasiado corta tenga la longitud correcta.

- Detección y corrección automática

Este tipo de detección y corrección solo puede aplicarse a algunos tipos de errores, como disolver polígonos que tengan los mismos atributos, borrar las líneas duplicadas o extender líneas hasta la intersección.

Según el tipo de datos y su procedencia será más conveniente un proceso u otro de manera que ninguno es mejor o más válido que los demás.

5.5.2. Unificación y limpieza de datos. Generación de estructura topológica

Un modelo de datos geográficos contiene información sobre un conjunto de fenómenos geográficos incluyendo datos descriptivos y espaciales. De este modo, permite representar el mundo real como un conjunto de elementos básicos (entidades) y las relaciones entre ellos.

En este Trabajo Fin de Grado se utilizan modelos de datos vectoriales. Los modelos de datos vectoriales ofrecen una posición más precisa de las entidades, ya que asignan posiciones matemáticamente exactas y su localización se realiza mediante un sistema de coordenadas cartesiano (x,y). Dentro de los modelos de datos vectoriales se encuentra el modelo espagueti y el modelo de topología completa.

Es necesario realizar una “limpieza” de datos para que estos puedan generar una estructura topológica sin errores geométricos. A la hora de generar entidades, como polígonos, lo habitual es empezar digitalizando líneas poligonales y así obtener un primer modelo, el modelo espagueti. Tras ello, lo correcto sería eliminar vértices innecesarios mediante algoritmos de simplificación. Después se unen dichas líneas poligonales creando cadenas complejas que se convertirán en polígonos para generar las caras del modelo de topología completa. Los conceptos de topología están explicados más detalladamente en el apartado “4.2. Estructura y componentes de los SIG.”

5.6. Establecimiento de criterios de análisis

Un SIG es una herramienta muy útil para llegar a determinar la solución geográfica de un problema. Mediante la inserción de distintos datos geográficos y algunos criterios espaciales se pueden determinar las posibles soluciones.

El objetivo central de este Trabajo Fin de Grado es la planificación y gestión de la red de suministro de combustibles alternativos en el municipio de Madrid. La realización del Trabajo se ha basado en las capas descritas en el apartado 5.3. *Fuentes de datos. Factor organizativo.*



Para determinar las zonas más idóneas para la instalación de nuevos puntos de suministro de los distintos combustibles alternativos se establecen una serie de criterios:

- Para el GLP: Como es el combustible utilizado en su gran mayoría por los taxis, un criterio para la instalación de nuevos puntos es que se encuentren cerca de paradas de taxi (300m como máximo). Además, por su naturaleza, estos puntos de suministro se encuentran en estaciones de servicio. De momento, sólo las petroleras *Cepsa* y *Galp* han incorporado algún punto en sus estaciones, por lo que los nuevos puntos deberán encontrarse en alguna estación de servicio de las petroleras mencionadas. Por tanto, los nuevos puntos deben cumplir los requisitos de cercanía a paradas de taxi y en alguna estación de servicio de *Cepsa* o *Galp*.
- Para el GNC: Este combustible no está tan desarrollado para los usuarios particulares como el GLP y de momento es utilizado por vehículos municipales como los autobuses de la EMT y algunas grúas. Por tanto, el criterio más importante de su instalación es la cercanía a algún centro de operaciones de la EMT.

- Para la electricidad: Este combustible es el más difícil de asociar a unos criterios específicos porque su instalación no requiere de infraestructuras especiales ni de grandes dimensiones, por lo que, puede instalarse en cualquier calle que disponga de aparcamiento en sus márgenes. Tampoco es determinante el tipo de estacionamiento ya que puede instalarse tanto en los aparcamientos en línea como en batería.

Por tanto, para establecer los criterios de localización de los nuevos puntos de suministro se han empleado, fundamentalmente, criterios meramente personales. Podrían aplicarse unos razonamientos distintos si fuesen lógicos y aplicables al objeto de estudio.

En primer lugar se ha optado por poner nuevos puntos de recarga en barrios donde no haya otros puntos. Además, se han seleccionado los distritos con mayor PIB del Municipio porque son los distritos con mayores capacidades económicas. Esto se traduce en dos posibilidades que pueden darse: Al tener mayor poder adquisitivo sus residentes tienen más posibilidades de adquirir un vehículo eléctrico (los vehículos eléctricos son más caros que los vehículos que funcionan con diésel y gasolina) o que hay más empresas que prosperan en él y, por lo tanto, más personas que necesitan acudir cada día allí. De esos distritos con mayor PIB se han seleccionado los barrios que más cercanos al centro de Madrid y que además, como se ha apuntado anteriormente, no disponen de ningún punto de recarga.

Por otro lado, se han analizado las distancias entre los puntos de suministro existentes y se ha observado que no se encuentran a una distancia mayor de 2km, por lo que los nuevos puntos tendrán que estar, como mucho, a 2km de otro punto y en esos barrios seleccionados.

Después, se añade la posibilidad de que los trabajadores que acuden al centro de Madrid puedan dejar sus vehículos eléctricos recargándose mientras trabajan y realizar el tramo final de su viaje en transporte público. Así no se reduciría la afluencia de vehículos en el centro. Por tanto, de ese razonamiento puede establecerse otro criterio que es establecer los nuevos puntos a una distancia menor de 100m de una parada de metro o cercanías. Con la unión de todos estos criterios se establece finalmente la localización más idónea para los nuevos puntos de suministro eléctrico.



5.7. Explotación del SIG

La explotación de datos permite la obtención de información mediante la realización de consultas y análisis. En los entornos SIG vectoriales se puede utilizar un conjunto genérico de herramientas de explotación que se resumen en dos grupos: análisis espacial y consulta por atributos.

- Análisis espacial: Este tipo de consultas permite seleccionar entidades cuya localización cumple una serie de condiciones, ya sea respecto a una zona geográfica o al tipo de relación espacial que tiene con otras entidades.

Las operaciones más importantes que se pueden realizar dentro de este grupo son:

- Selección: Selecciona entidades mediante la ubicación de entidades en otra capa.
Por ejemplo: Se pueden seleccionar los puntos de recarga de GNC contenidos totalmente en el barrio de Canillejas.
 - Zona de influencia: Crea zonas de influencia alrededor de entidades con una distancia específica.
Por ejemplo: Se puede crear una zona de influencia de 100 metros desde cada parada de metro.
 - Recortar: Recorta una serie de entidades de entrada según una forma o unos límites.
Por ejemplo: Se pueden recortar los viales que estén dentro del distrito Centro.
 - Intersecar: Realiza una intersección geométrica entre las entidades de entrada. El resultado serán las entidades que se superponen en ambas capas.
Por ejemplo: Se puede realizar una intersección entre las paradas de taxi y los distritos de la parte central de Madrid y se obtendrán en una capa las paradas de taxi contenidas en ellos.
 - Combinar: Combina las entidades de entrada para que todas las entidades y sus atributos se exporten en la clase de entidad de salida.
Por ejemplo: Se pueden combinar los puntos de suministro eléctrico, de GLP y de GNC en una misma capa de salida que contenga todos los combustibles alternativos.
 - Fusionar: Esta herramienta es muy similar a la anterior. Combina entidades de entrada del mismo tipo de datos en una entidad de salida.
Por ejemplo: Se pueden fusionar los distritos de la zona norte y los de la zona sur en una misma capa de salida que contenga todos los distritos.
 - Disolver: Disuelve entidades basadas en atributos específicos como una sola entidad.
Por ejemplo: Se pueden disolver todos los pequeños polígonos de un mismo uso de suelo como el residencial, para que aparezcan como una sola entidad.
-
- Consulta por atributos: Estas consultas permiten seleccionar un conjunto de entidades que cumplen una serie de condiciones relativas al valor de sus atributos. La operación más importante que puede realizarse dentro de este grupo es la selección por atributos. Se trata de generar una consulta que el programa de SIG traduce a lenguaje SQL (Structured Query Language) para que pueda funcionar con las BDE.



Estas consultas son muy útiles para la realización de mapas temáticos donde se clasifican las entidades según los valores de sus atributos.

Por ejemplo: Se puede realizar una consulta de las paradas de taxi con más de 10 plazas.

En el caso de este Trabajo Fin de Grado se han llevado a cabo distintas operaciones para lograr obtener los resultados con los criterios establecidos en el apartado anterior.

En las siguientes páginas se describe el proceso llevado a cabo para la obtención de los resultados de los distintos combustibles alternativos: GLP, GNC y electricidad.

5.7.1. Gas Licuado de Petróleo (GLP)

Para el caso de los puntos de suministro de GLP se han realizado las siguientes operaciones: En primer lugar, se ha realizado una selección de los distritos centrales del Municipio de Madrid. Después se ha hecho una intersección espacial de esos distritos con las paradas de taxi para seleccionar sólo las que se encuentren situadas dentro de ellos.

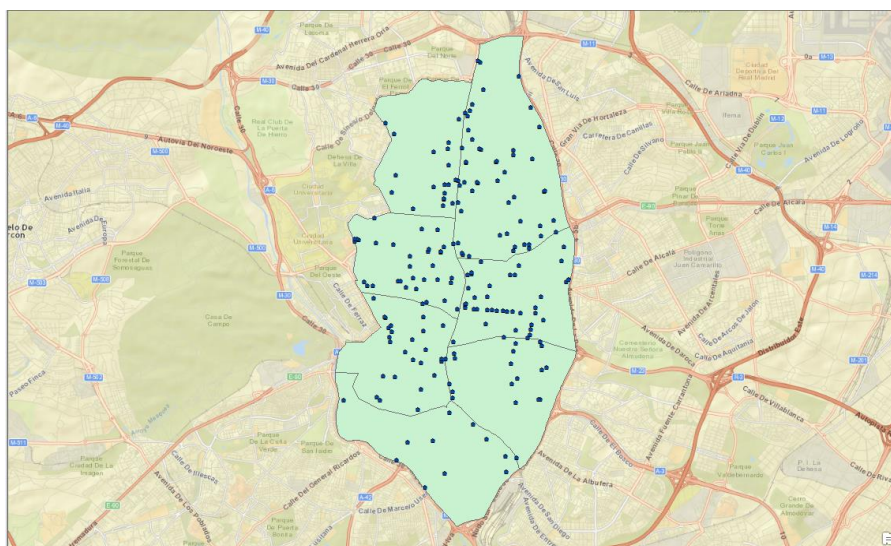


Figura 8: Distribución de paradas de taxi en los distritos centrales del municipio de Madrid.

Se crea una nueva tabla con las estaciones de servicios de *Cepsa* y *Galp* y sus coordenadas en el sistema ETRS89 UTM30N (el sistema del proyecto) y después se introduce en el programa.

FID	COMPañÍA	DIRECCION	COORDENADA_X	COORDENADA_Y
0	GALP	SINESIO DELGADO, S/N	439979,06	4480333,75
1	GALP	BRAVO MURILLO, 229	440489,98	4478748,05
2	CEPSA	ANTONIO MACHADO, S/N	438961,72	4479536,61
3	CEPSA	OFELIA NIETO, 65	439809,89	4479239,66
4	CEPSA	PASEO DE MORET, 7	438581,90	4476053,00
5	CEPSA	SEGOVIA, S/N	439681,03	4473911,48
6	CEPSA	AVDA, PIO XII, 6	442724,28	4479430,26
7	CEPSA	PASEO DE LA CASTELLANA, 142	441450,18	4478295,04
8	CEPSA	SERRANO, 197	442177,23	4478099,37
9	CEPSA	SANTA ENGRACIA, 82	440658,76	4476557,96
10	CEPSA	CORAZON DE MARIA, 76	443515,31	4477651,99
11	CEPSA	BERLIN, S/N	443823,47	4477008,02
12	CEPSA	CORAZON DE MARIA, 18	443227,86	4476989,21
13	CEPSA	AVDA, DE LOS TOREROS, 2	443069,12	4475893,60
14	CEPSA	GLORIETA EMBAJADORES, S/N	440444,20	4472924,88
15	CEPSA	EMBAJADORES, 83	440362,28	4472922,67
16	CEPSA	CAVANILLES, 58	442743,77	4472924,31

Tabla 3: Estaciones de servicio.

Mediante la opción de “Mostrar datos XY” en el menú de propiedades de la tabla, se eligen los campos que contienen las coordenadas y se proyectan generando una capa con entidades puntuales y su tabla asociada.

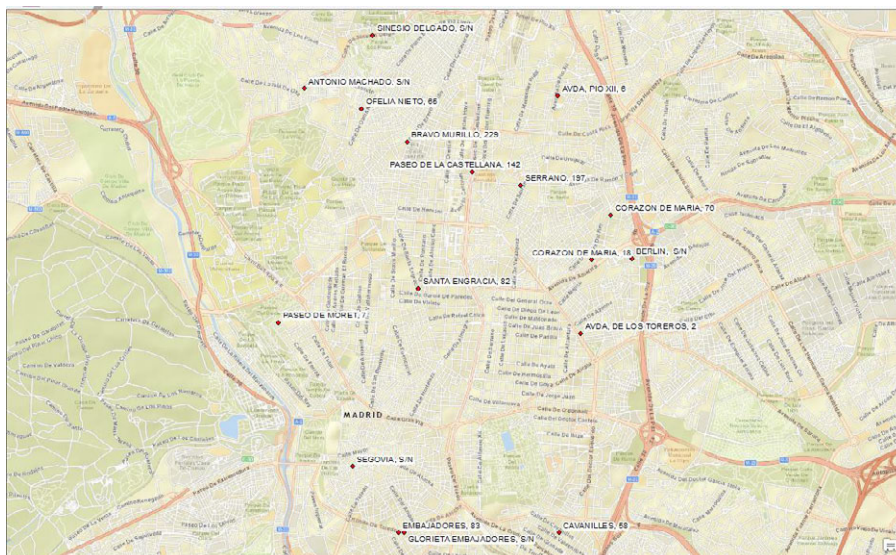


Figura 9: Distribución de las estaciones de servicio.



Se crea una zona de influencia de 300m desde las paradas de taxi y una intersección espacial de esa zona con las estaciones de servicios para obtener las estaciones de servicios que se encuentren a una distancia menor de 300m desde alguna parada de taxi.

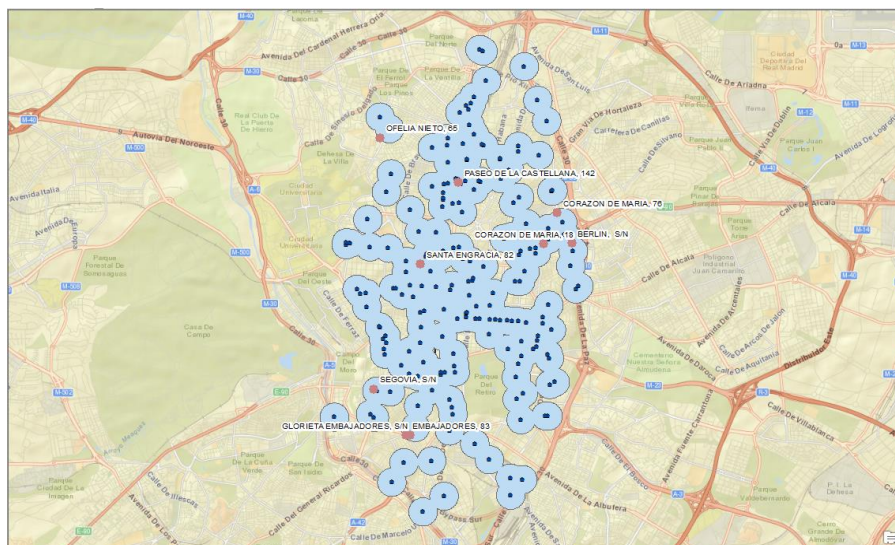


Figura 10: Zonas de influencia desde las paradas de taxi.

A la vista de los resultados será necesaria la realización de un análisis final que determine de esas estaciones cuales son las mejores localizaciones y si alguna debería descartarse, pero eso está descrito en el capítulo siguiente: 6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

5.7.2. Gas Natural Comprimido (GNC)

Para el caso de los puntos de suministro de GNC Se ha creado una capa nueva con los centros de operaciones de la EMT para introducirlos en el programa de SIG.

FID	nombre	direccion	coordenada	coordenada	flota
0	Sede Social	C/ Cerro de	442713.18	4472391.76	0
1	CO Fuencarr.	C/ Mauricio	442030.09	4481070.90	462
2	CO La Elipa	Avenida de	444911.06	4474408.74	308
3	CO Entrevias	Avenida de S	442527.12	4468988.99	401
4	CO Carabanc	Avenida de	438350.86	4469446.21	410
5	CO Sanchina	C/ Niceto Al	445072.06	4481632.37	386

Tabla 4: Centros de operaciones EMT

Después, se ha observado la localización de los puntos existentes y ya que algunos de ellos están situados cerca de centros de operaciones de la EMT (Sanchinarro) se ha determinado instalar los nuevos puntos en el resto de centros de operaciones que no dispongan de un punto de suministro. En el caso de a sede social no será necesario ya que no dispone de un área de almacén de autobuses.

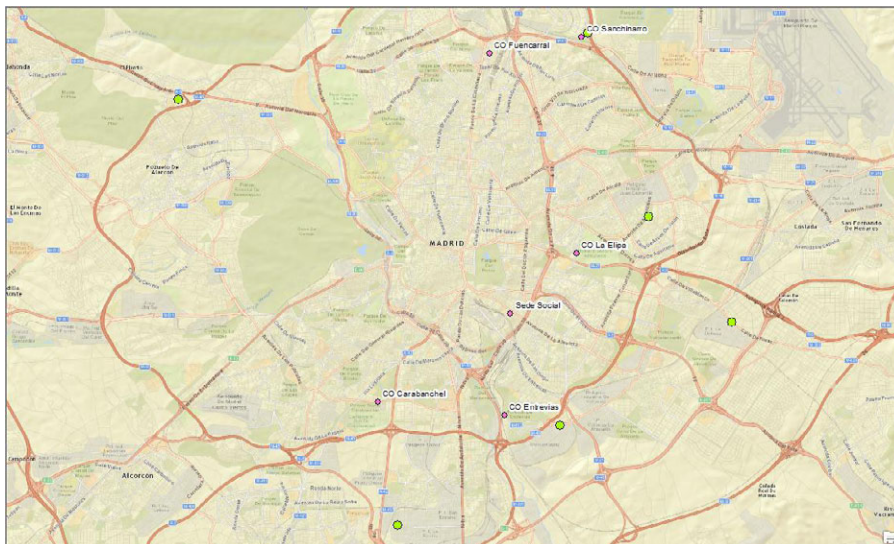


Figura 11: Puntos de suministro de GNC y centros de operaciones de la EMT.

5.7.3. Electricidad

Para los puntos de suministro de electricidad el análisis ha sido más largo y ha requerido de más operaciones para obtener los resultados.

En primer lugar se seleccionan los puntos de recarga eléctrica con una selección por atributos y se intersecan con la capa de barrios. Con esta operación se obtienen los barrios con puntos eléctricos pero como lo que se quiere es lo contrario se invierte la selección y ya se obtienen los barrios sin puntos eléctricos.

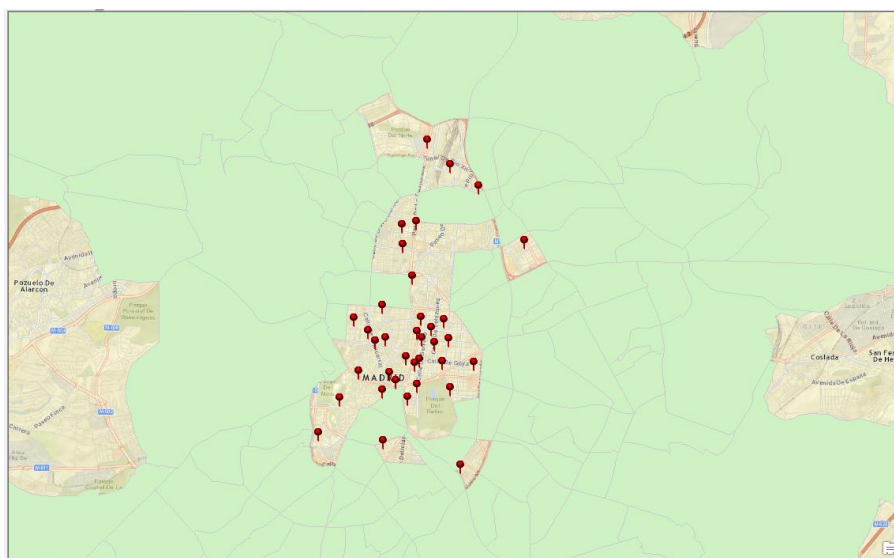


Figura 12: Distribución de barrios sin puntos de suministro eléctrico.

Después se selecciona en la tabla de PIB por distritos, los que tienen el PIB más alto (más alto de tres millones). Esta tabla se ha creado nueva con los datos recogidos y se ha normalizado para su uso en *ArcGis*.



FID	cod_dist	distrito	pib_total
1	01	centro	10685607213,44
2	02	arganzuela	5141901292,93
3	03	retiro	4820539271,52
4	04	salamanca	12396100739,29
5	05	chamartin	9872592983,14
6	06	tetuan	8510450569,02
7	07	chamberi	10935195296,01
8	08	fuencarral-e	9977660193,86
9	09	moncloa-ara	6779140876,87
10	10	latina	2350010902,00
11	11	carabanchel	3341806374,25
12	12	usera	2098955440,31
13	13	pueblo nuevo	2718117125,06
14	14	moratalaz	1017452355,41
15	15	ciudad lineal	7998196816,66
16	16	hortaleza	5953441414,12
17	17	villaverde	2632763927,00
18	18	villa vallecas	2514636543,79
19	19	vicalvaro	791016191,90
20	20	san blas	6209326143,26
21	21	barajas	5622593995,89

Tabla 5: PIB por distritos.

De esos distritos se escogen los que no contengan barrios con puntos eléctricos y se descartan. Tras ese descarte nos quedan sólo tres distritos

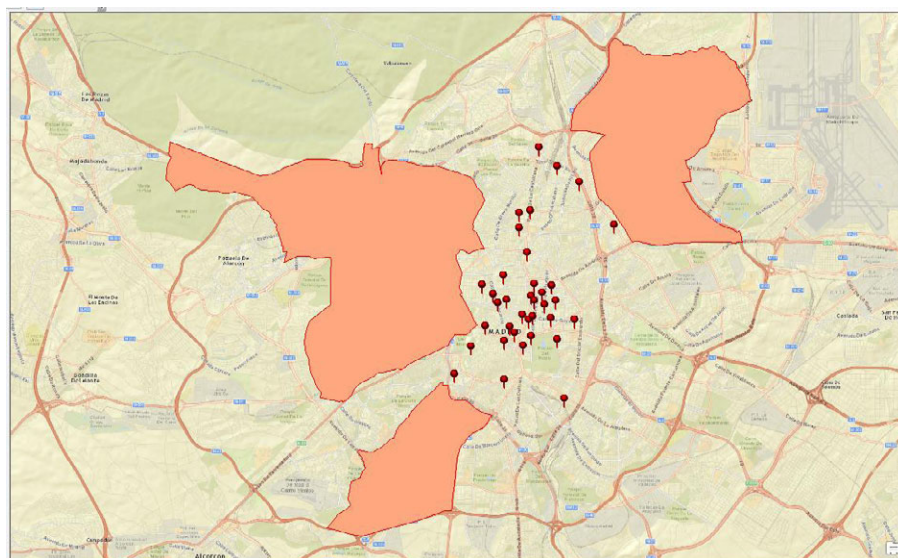


Figura 13: Distritos con mayor PIB.

Ahora, de esos distritos se seleccionan los barrios más cercanos al centro de Madrid.

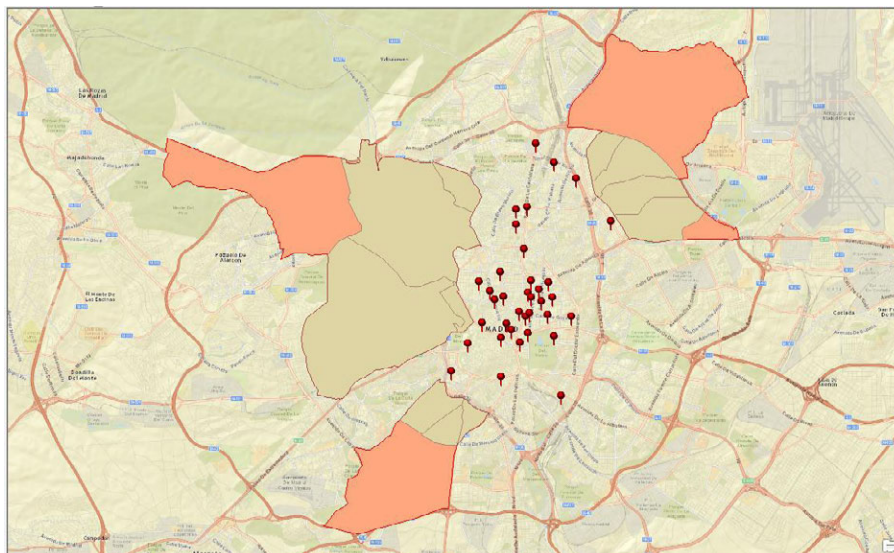


Figura 14: Barrios más cercanos al centro de Madrid.

Se hace una zona de influencia de 2 km desde los puntos de recarga eléctrica para que los nuevos puntos se encuentren a una distancia máxima de 2 km respecto de los antiguos. Esta zona se interseca con los barrios seleccionados en el paso anterior y la zona que queda es una zona más acotada donde instalar los nuevos puntos.

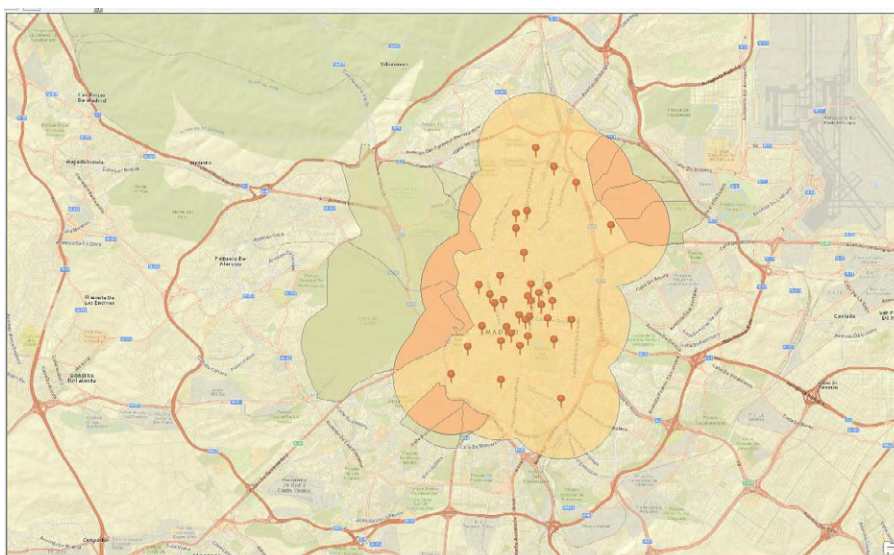


Figura 15: Intersección de la zona de influencia de 2 km y los barrios más cercanos.

Como un criterio adicional es que se encuentren cercanos a paradas de metro y cercanías, en primer lugar se transforma la capa de paradas de metro del formato *kml* al formato *shapefile*. Después, se hace una zona de influencia de 100m desde las paradas y se interseca con las zonas resultantes del paso anterior.

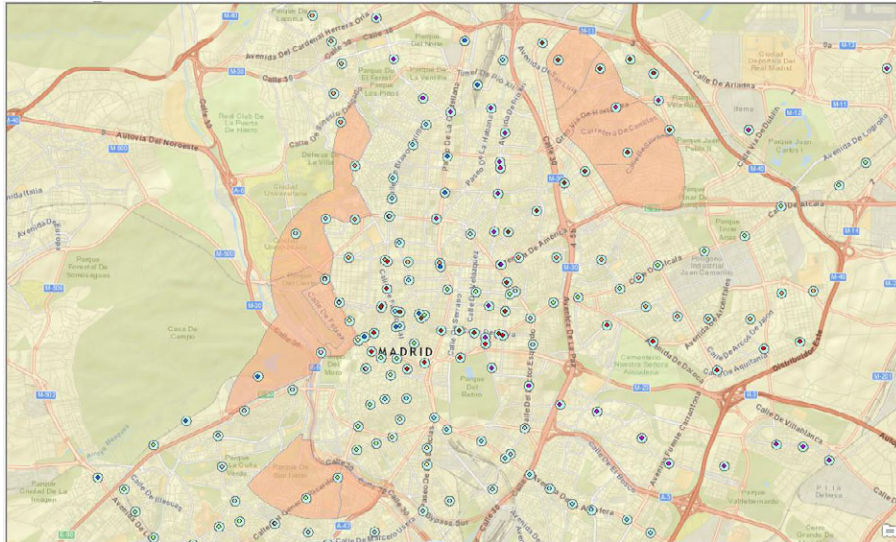


Figura 16: Zonas de influencia de 100 m alrededor de las paradas de metro y cercanías.

Detalle de una de las zonas:

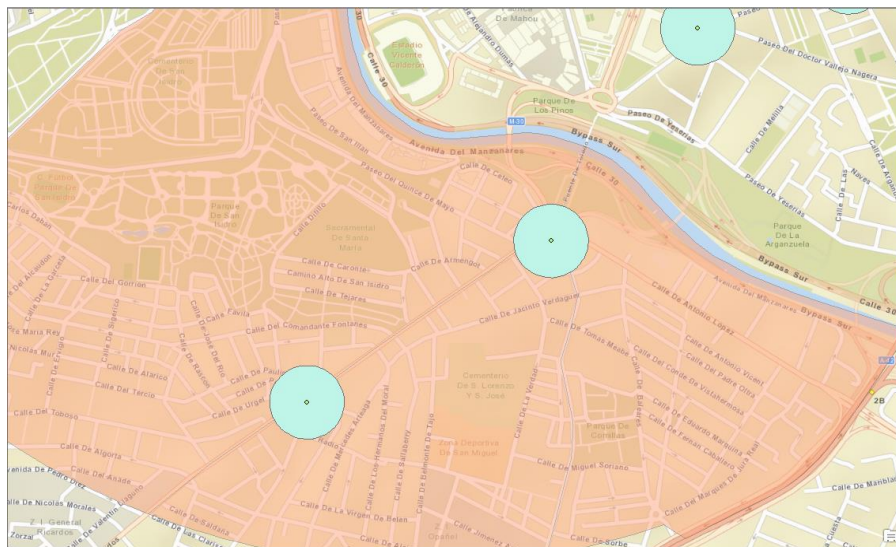


Figura 17: Detalle de los barrios San Isidro, Opañel y Comillas.

Ahora estas zonas, que son mucho menores, se intersectan con los viales, ya que los nuevos puntos de recarga deben estar situados en la zona de aparcamiento a los márgenes de algún vial. (Detalle de la zona anterior)

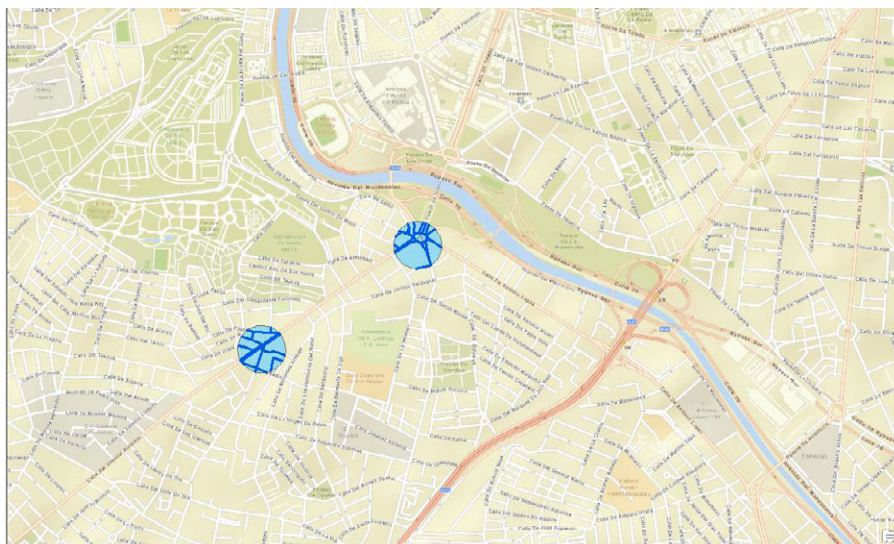


Figura 18: Intersección de las zonas de influencia y los viales en los barrios de San Isidro, Opañel y Comillas.

Ahora de esas zonas habrá que realizar un análisis manual para llegar a determinar en qué viales es más idónea la ubicación, si tienen zonas de aparcamientos y en qué lugar de los aparcamientos afecta menos al resto de usuarios y, además, descartar si alguna zona no es idónea por no disponer de estos criterios. Pero todo este análisis se realiza en el capítulo siguiente: 6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos mediante el software de SIG no siempre son válidos o posibles, por lo que, es necesario un estudio en profundidad de los mismos para determinar los que sí lo son. Se podrían añadir más criterios automáticos para que el operador no tuviera que dedicar tanto tiempo al análisis de los resultados, pero nunca podría eliminarse su figura porque siempre es necesaria una revisión final que acredite que estos resultados se adecuan a los objetivos iniciales.

A continuación, se explica el proceso de análisis de los resultados según los distintos tipos de combustible.

6.1. Gas Licuado de Petróleo (GLP)

Tras aplicar los criterios de análisis descritos en el capítulo 5. *DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO* quedaban nueve puntos posibles.

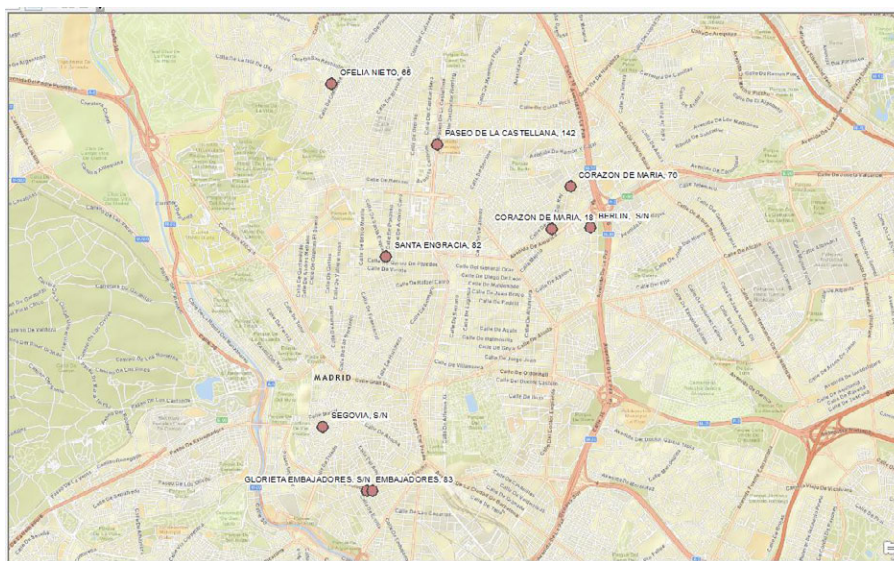


Figura 19: Distribución de las soluciones en estaciones de servicio.



Al observar la distribución de estos puntos se descubre que hay puntos que están demasiado cerca por lo que se debería descartar alguno de ellos. Para ello, se hace una zona de influencia de 700m desde ellos y se observan dos zonas conflictivas:

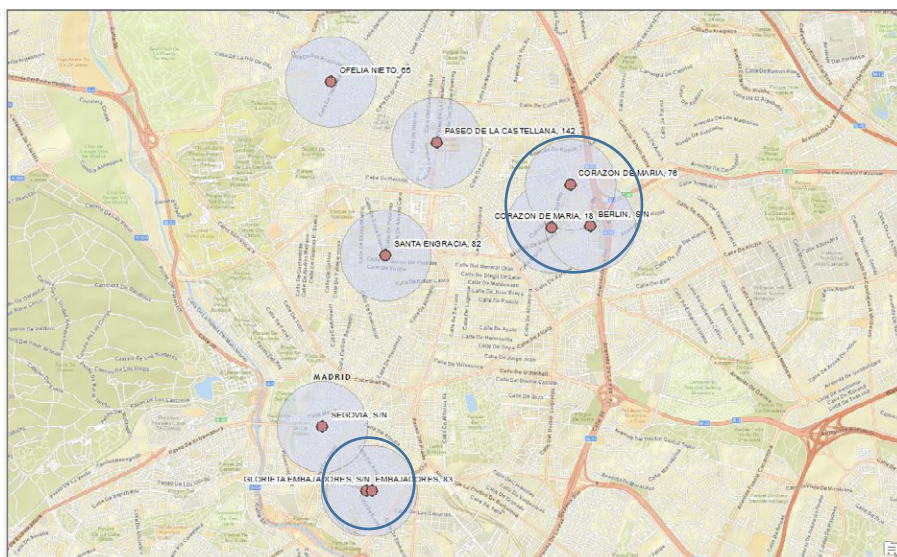


Figura 20: Zona de influencia de 700m desde las estaciones de servicio y zonas conflictivas.

En esas zonas habría que dejar un solo punto como solución por lo que se estudia su entorno. En primer lugar se seleccionan las paradas de taxi que quedan dentro de esas zonas.

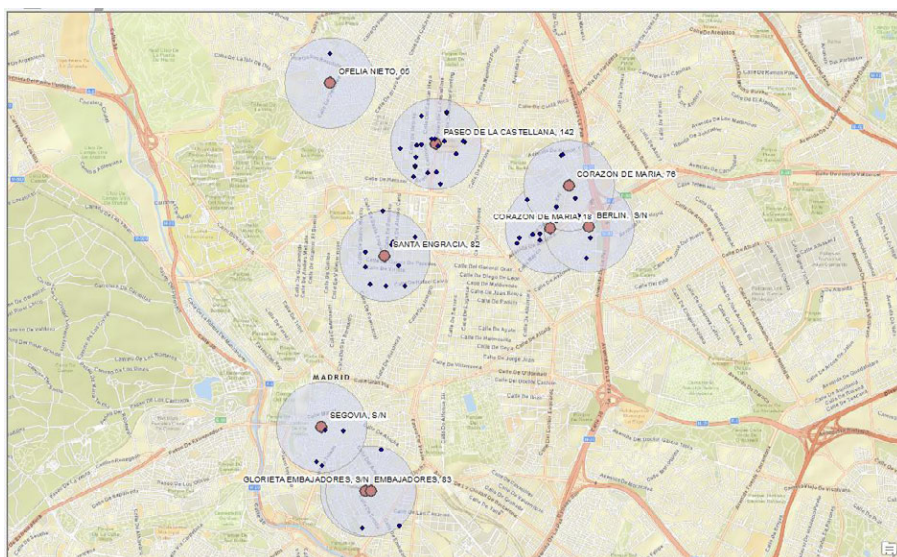


Figura 21: Paradas de taxi dentro de las zonas de influencia.

6. Análisis de los resultados

Después, se seleccionan las paradas de taxi que tengan más plazas, lo que significa, que en ellas hay más taxis y por tanto, que es más posible que necesiten un punto de repostaje cercano.

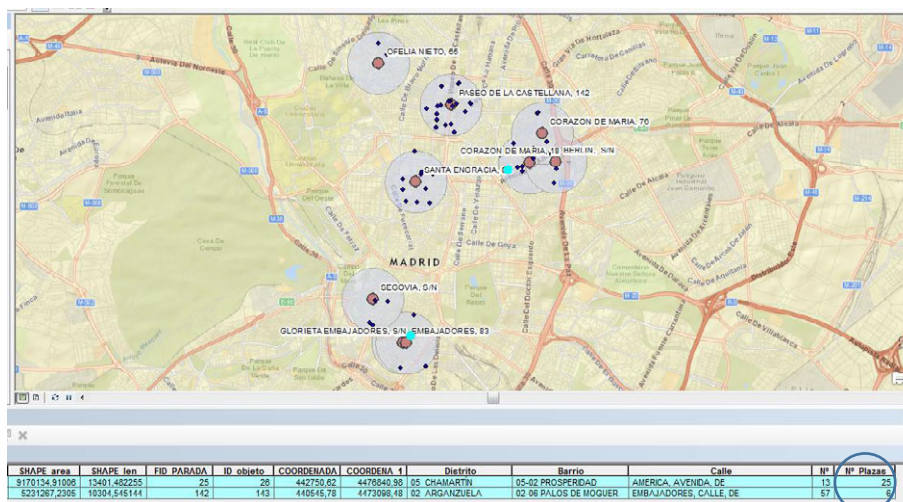


Figura 22: Detalle de las paradas de taxi con más plazas.

Se eligen las estaciones de servicio que más cerca se encuentren de estas paradas y las demás contenidas en esas zonas conflictivas se descartan, obteniendo así 6 nuevos puntos de suministro de GLP.

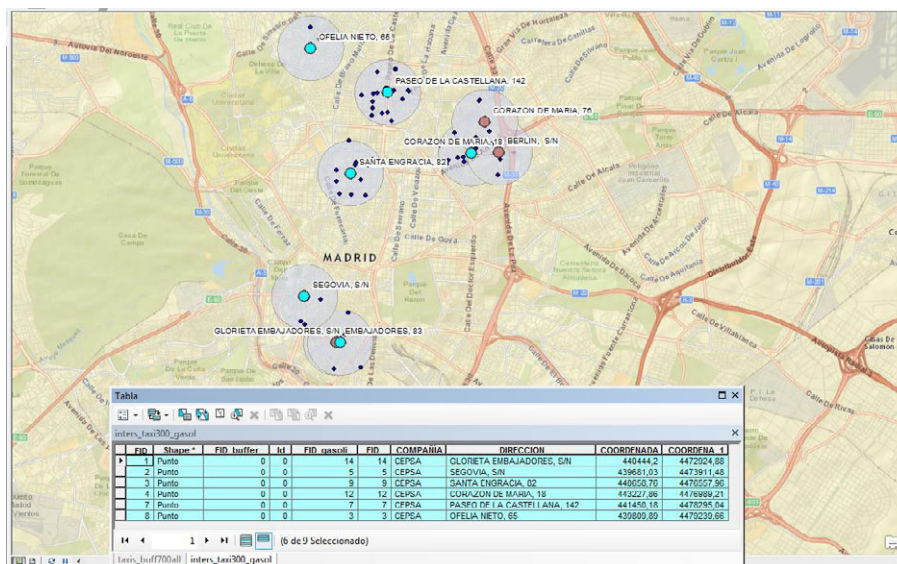


Figura 23: Detalle de las estaciones de servicio que conforman la solución final.



El nuevo mapa de puntos de suministro de GLP queda de la siguiente manera, siendo los puntos granates los puntos que ya estaban y los puntos en rosa los nuevos emplazamientos.

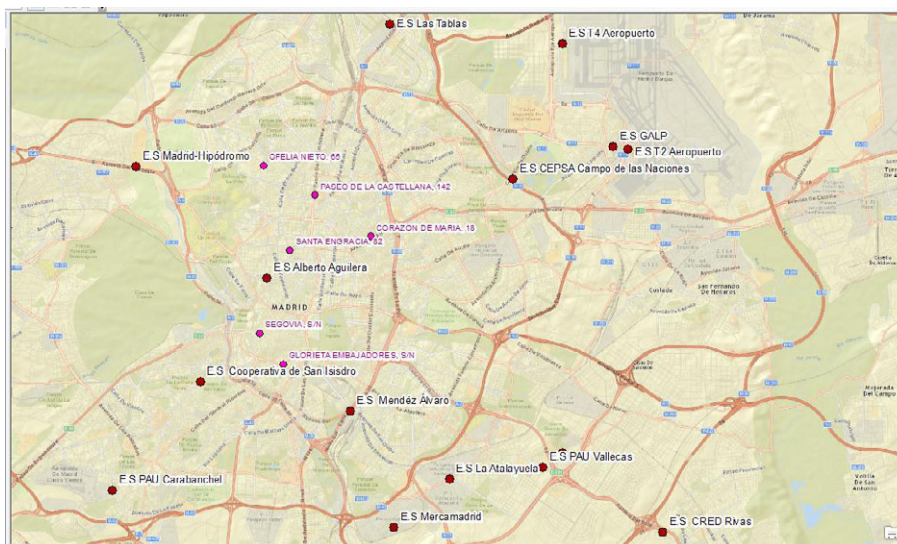


Figura 24: Distribución final de los puntos de suministro de GLP.

6.2. Gas Natural Comprimido (GNC)

Tras aplicar los criterios de análisis, se llegó a la conclusión de que se debía instalar nuevos puntos de suministro GNC en los centros de operaciones de la EMT que no dispusieran de uno, ya que los principales usuarios de este combustible son los autobuses de la EMT.

Tras descartar un centro de operaciones que ya dispone de uno muy cerca, que es el centro de operaciones de Sanchinarro, y la sede social ya que allí no hay ningún depósito de la flota de autobuses, se establecen los nuevos puntos en los centros de operaciones restantes. Estos nuevos puntos son los que aparecen en verde oscuro en la siguiente figura.

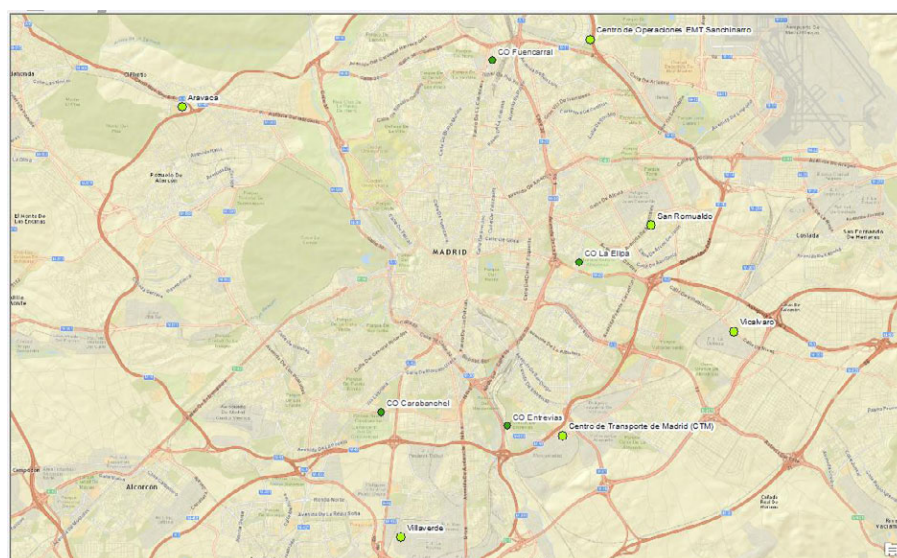


Figura 25: Distribución final de los puntos de suministro de GNC.

6.3. Electricidad

Una vez aplicados los criterios de análisis para la determinación de los nuevos puntos de recarga eléctrica nos quedaban 19 pequeñas zonas formadas por tramos de viales. De esas zonas hay que realizar un análisis más en profundidad para determinar qué zonas son válidas.

Respecto al lugar de recarga, se pueden instalar los surtidores tanto en aparcamientos en línea como en batería. Cada marca de vehículo eléctrico elige donde colocar su punto de conexión, por ejemplo, los tres coches más vendidos en España durante el primer trimestre de 2015, tienen el punto de conexión en lugares distintos: BMW i3 en el lateral derecho, Tesla Model S en el lateral izquierdo y Nissan Leaf en la parte delantera.



Figura 26: Imagen del vehículo BMW i3

Referencia de la figura:

<http://www.hibridosyelectricos.com/media/hibridos/images/2013/07/22/20130722163820245.jpg>



Figura 27: Imagen del vehículo Tesla Model S

Referencia de la figura:

<http://o.aolcdn.com/hss/storage/adam/9acaec3e8504028d3aaf39d73019b1ed/tesla-model-s-supercharger-2013-12-27-03.jpg>



Figura 28: Imagen del vehículo Nissan Leaf

Referencia de la figura:

http://www.gizmos.es/files/2012/11/Nissan_leaf_2013.jpg



Para determinar las zonas más válidas, primero, desde cada conjunto de tramos de viales que ha salido como posible solución se hacen zonas de influencia de 500m para que los nuevos puntos no estén muy cerca unos de otros. Al hacer esta operación aparecen zonas de conflicto donde se descartaran la ubicación de nuevos puntos.

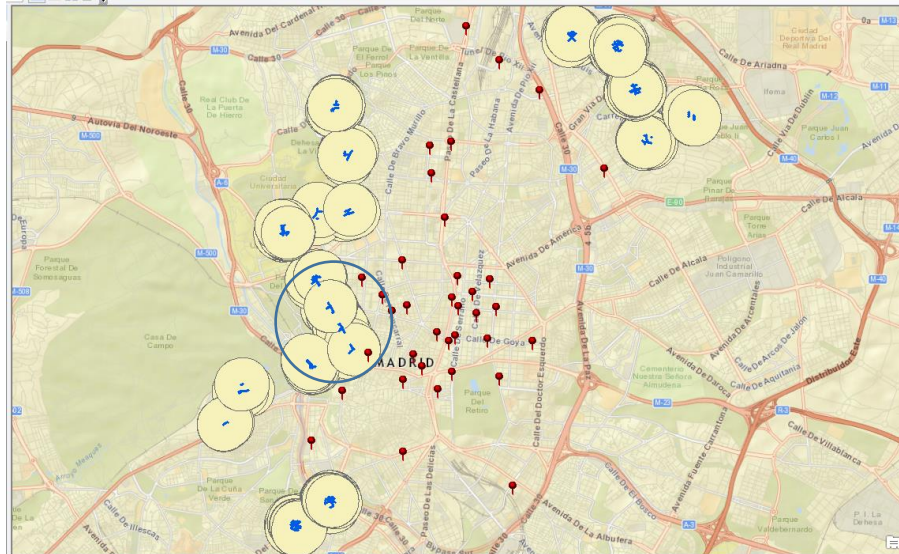


Figura 29: Zonas de influencia de 500m desde las zonas de posible solución.

A continuación, empezando el análisis por la zona oeste de Madrid, por el distrito de Moncloa-Aravaca y de sur a norte, se describe la colocación o no de cada punto y en caso afirmativo se acompaña de una foto extraída de la herramienta *Street View* de *Google Maps* de la localización más idónea.

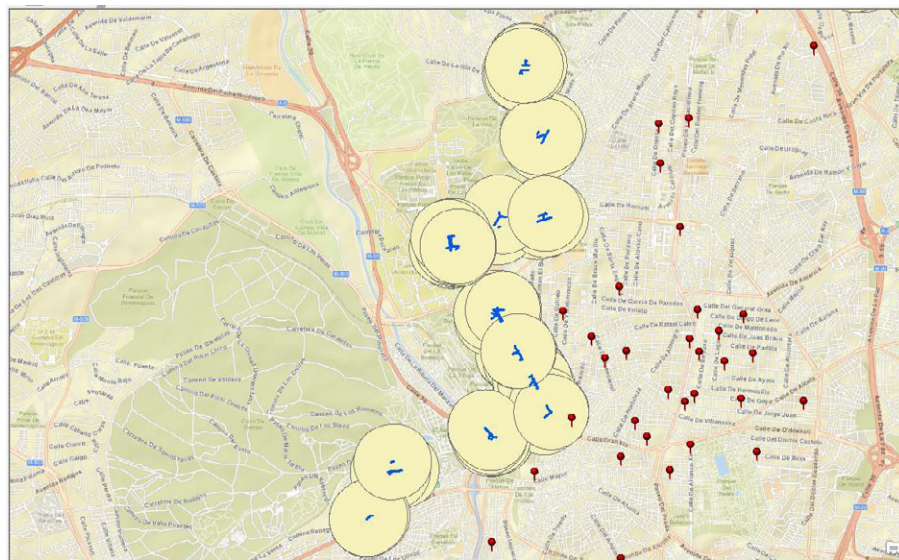


Figura 30: Detalle de la primera zona de estudio, situada en el distrito de Moncloa-Aravaca.

6. Análisis de los resultados

- La primera solución se encuentra cercana al pabellón de cristal y se descarta porque la zona que indica el análisis del programa no dispone de zona de aparcamiento (es un paso inferior) y por tanto, no es posible instalar un punto de recarga.



Figura 31: Detalle de la zona de la primera solución posible.

- La siguiente solución se encuentra cerca de la estación de metro de Lago si puede instalarse y además su localización más idónea es cerca de la estación y en el comienzo de la calle para no ocasionar muchos prejuicios a los usuarios que aparcen allí. Se le nombra como punto 1.

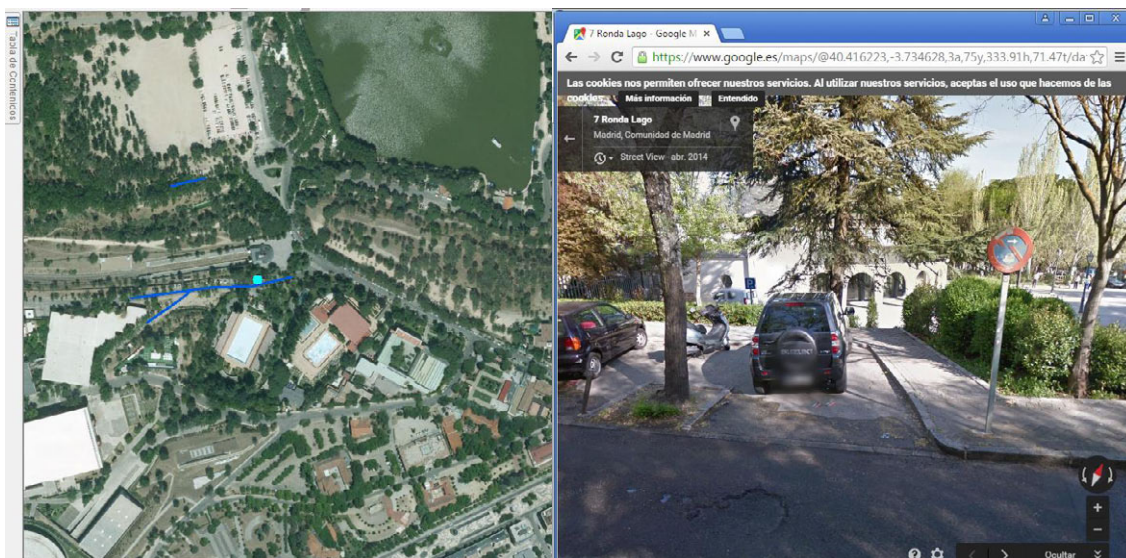


Figura 32: Punto 1. Detalle de situación y foto del lugar de la posible ubicación.



- La tercera solución se encuentra cerca de la estación de Príncipe pío. Se ha ubicado el punto de suministro un poco más alejado de la posición que mostraba el programa porque en ese lugar hay una parada de taxi. Así se ocasiona menos molestia instalándolo a continuación del paso de peatones. Además, al estacionar el coche se puede cruzar directamente para ir a la estación.

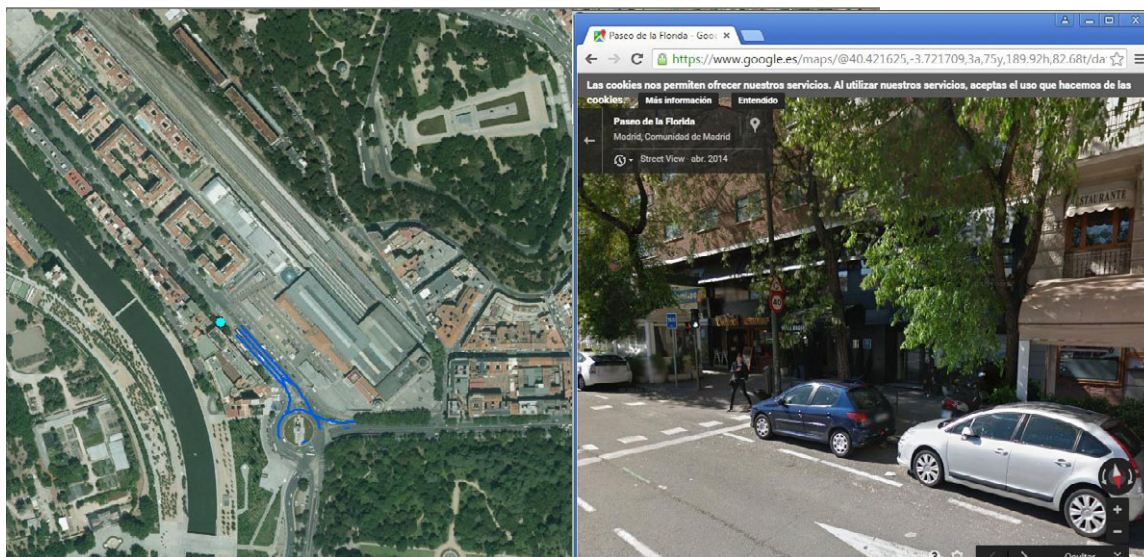


Figura 33: Punto 2. Detalle de situación y foto del lugar de la posible ubicación.

- El siguiente punto que queda en plaza España no cumple el último requisito impuesto de estar a una distancia mayor que 500 m con otros puntos por lo que se descarta.



Figura 34: Detalle de la zona de la cuarta solución posible

6. Análisis de los resultados

- La quinta solución está cercana al metro de Ventura Rodríguez. Se ha ubicado en la calle Duque de Liria, porque en ese tramo de la calle princesa no hay estacionamiento en sus márgenes. Se le nombra como punto 3.

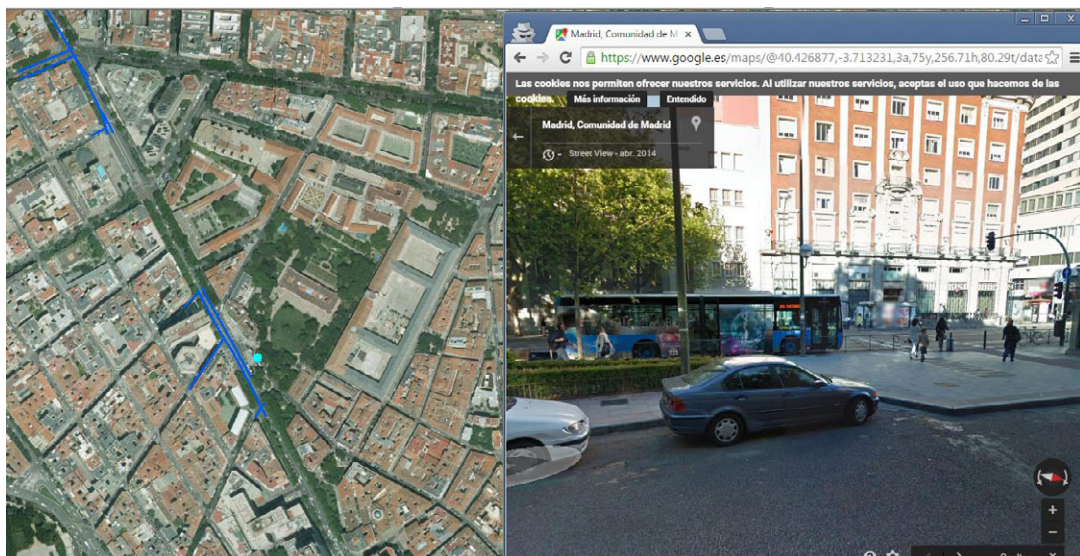


Figura 35: Punto 3. Detalle de situación y foto del lugar de la posible ubicación.

- La sexta solución se encuentra en la zona del metro de Argüelles. Debido a la incorporación del punto anterior, ya no cumple el criterio de estar a una distancia de al menos 500m de otro punto, por lo que se descarta.



Figura 36: Detalle de la zona de la sexta solución posible.



- La siguiente solución está ubicada en Moncloa. Se ha elegido un lugar para el punto de suministro en el Paseo de Moret, cercano al paso de peatones para poder acceder más fácilmente al intercambiador. Se le nombra como punto 4.

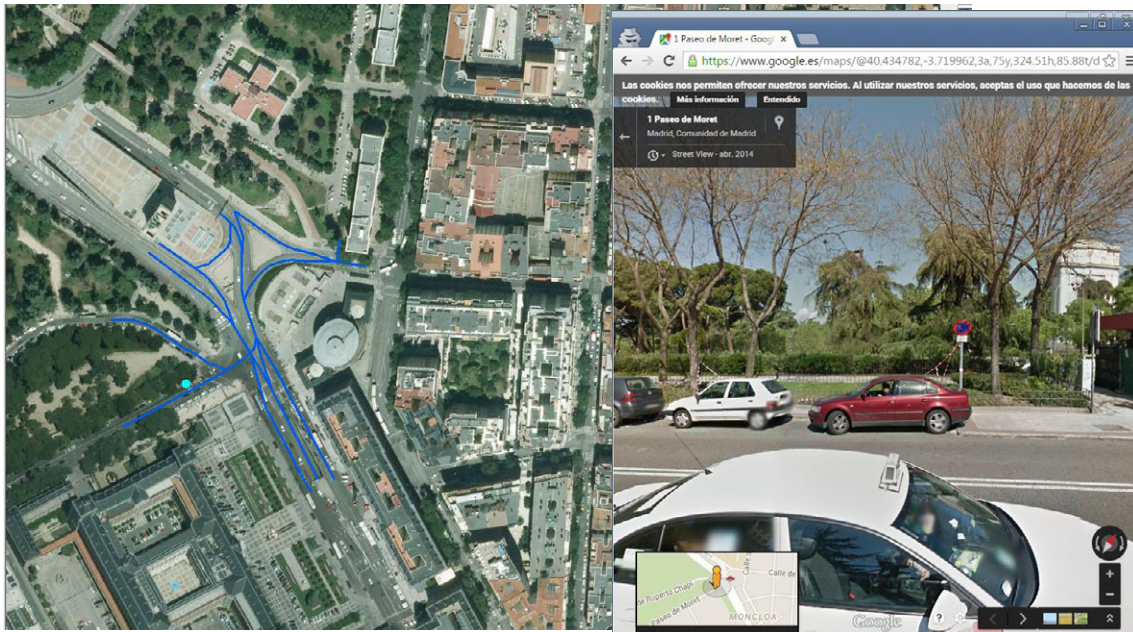


Figura 37: Punto 4. Detalle de situación y foto del lugar de la posible ubicación.

- La octava solución está localizada cercana al metro de Ciudad Universitaria. En la Avenida de la Complutense no hay estacionamiento así que se ha decidido colocar en la Calle del Arquitecto López Otero. Al colocarlo en el primer sitio está muy cerca del paso de peatones y por tanto es muy accesible. Este punto es muy importante, al igual que el punto anterior situado en Moncloa, ya que es un buen lugar donde estacionar el vehículo si se procede de la carretera A6 y coger después el transporte público. Se le nombra como punto 5.

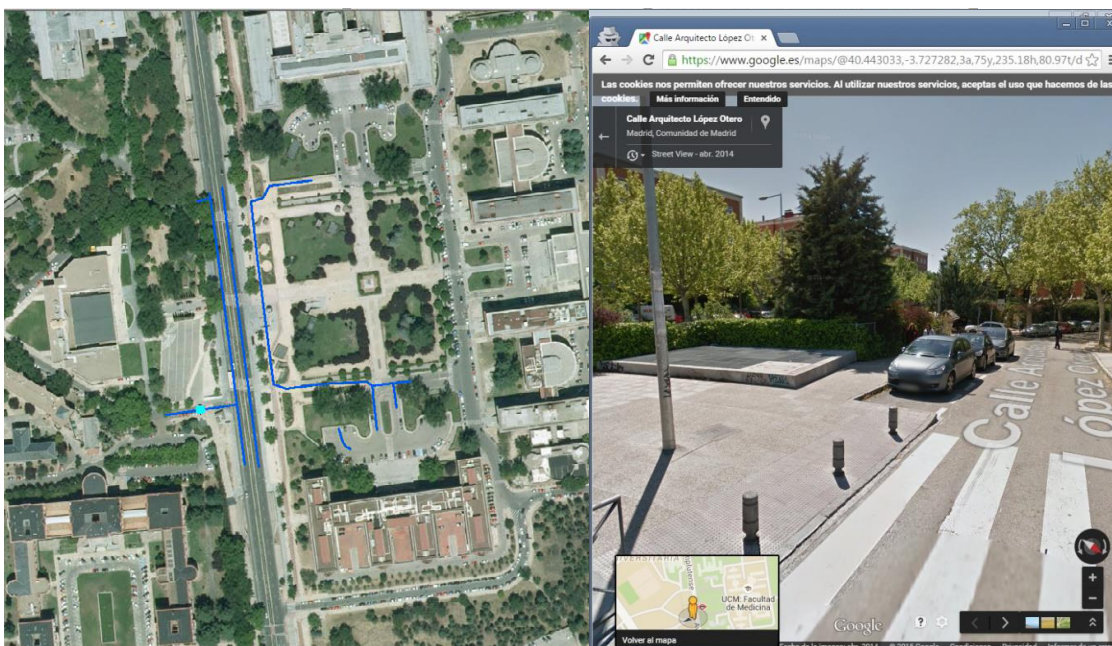


Figura 38: Punto 5. Detalle de situación y foto del lugar de la posible ubicación.

6. Análisis de los resultados

- La novena solución está ubicada en cerca de la parada de metro de Metropolitano. Esta solución se ha descartado por su cercanía a los puntos de Ciudad Universitaria (punto 5) y al siguiente punto situado en Guzmán el Bueno (punto 6). Además como se trata de una estación de la línea 6 (circular) y ya se dispone de otros puntos en esas paradas se puede prescindir de él.



Figura 39: Detalle de la zona de la novena solución posible.

- La décima solución está ubicada en Guzmán el Bueno. Se trata de una solución muy buena ya que permite que los usuarios de la línea 7 puedan acceder hasta ella en coche y allí utilicen el transporte público. El lugar más idóneo es en la Calle de los Estudiantes, en el primer estacionamiento del margen derecho. Se le nombra como punto 6.

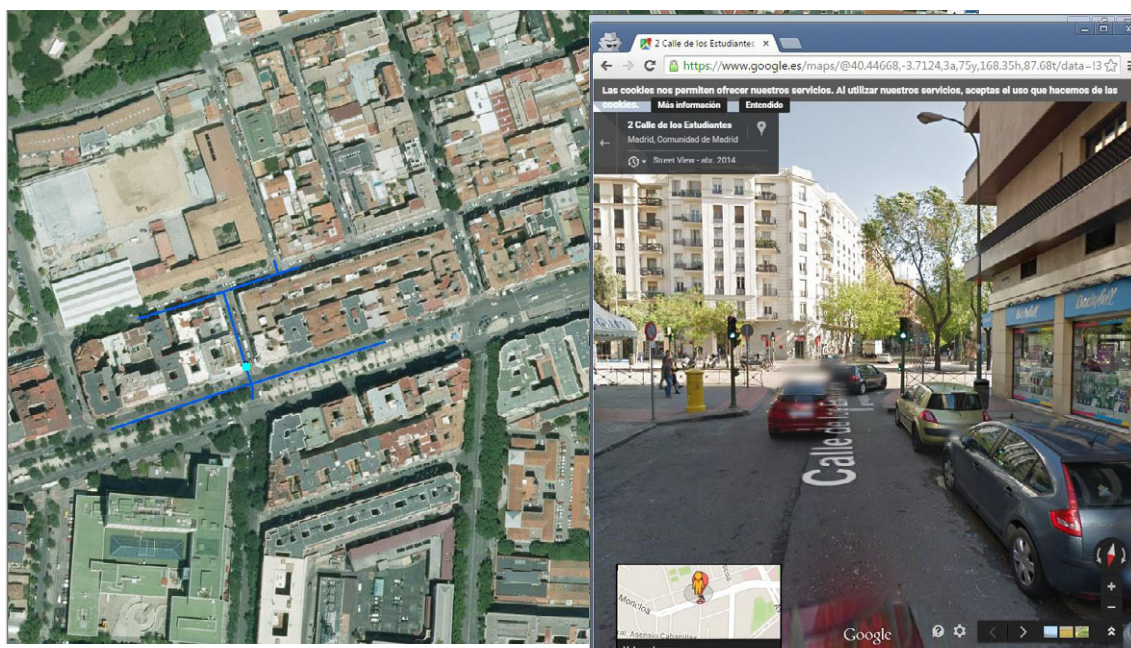


Figura 40: Punto 6. Detalle de situación y foto del lugar de la posible ubicación.



- La siguiente solución se encuentra cerca del metro de Francos Rodríguez. Se ha establecido que la mejor ubicación es en la Avenida de Pablo Iglesias. Se le nombra como punto 7.

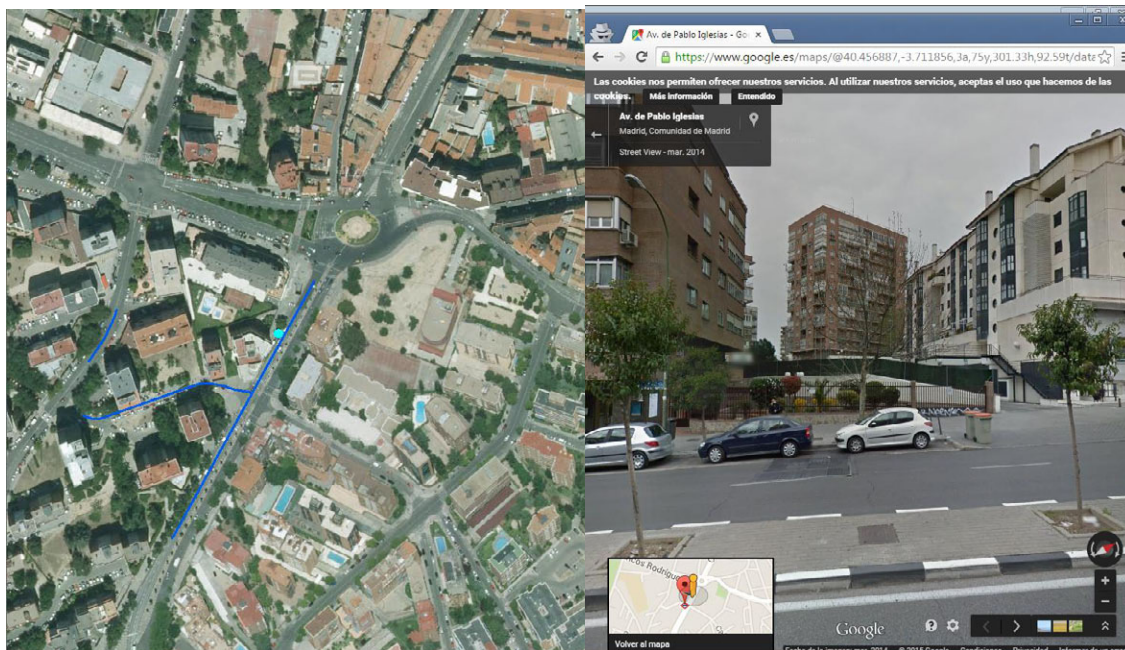


Figura 41: Punto 7. Detalle de situación y foto del lugar de la posible ubicación.

- La última solución del distrito de Moncloa-Aravaca está situada cerca del metro de Valdezarza. Esta solución se ha descartado por varias razones. La primera de ellas es que se trata de un barrio muy residencial en el cual los residentes no necesitan de un punto de recarga porque lo podrían instalar en sus propias casas ya que la mayoría dispone de aparcamiento privado. Después, se trata de una zona poco transitada y que no enlaza con ninguna vía de entrada a la almendra central de Madrid. La última es que los usuarios de esa línea de metro disponen de otros puntos en otras estaciones como Guzmán el Bueno o Francos Rodríguez.



Figura 42: Detalle de la zona de la última solución posible.

6. Análisis de los resultados

A continuación, el análisis continúa por el distrito de Hortaleza donde se describen las soluciones de norte a sur. En este distrito se encuentran las líneas 4 y 8 de las cuales la que más afluencia de viajeros tiene es la línea 4 por lo que se le da prioridad a la hora de colocar puntos de recarga en sus inmediaciones.

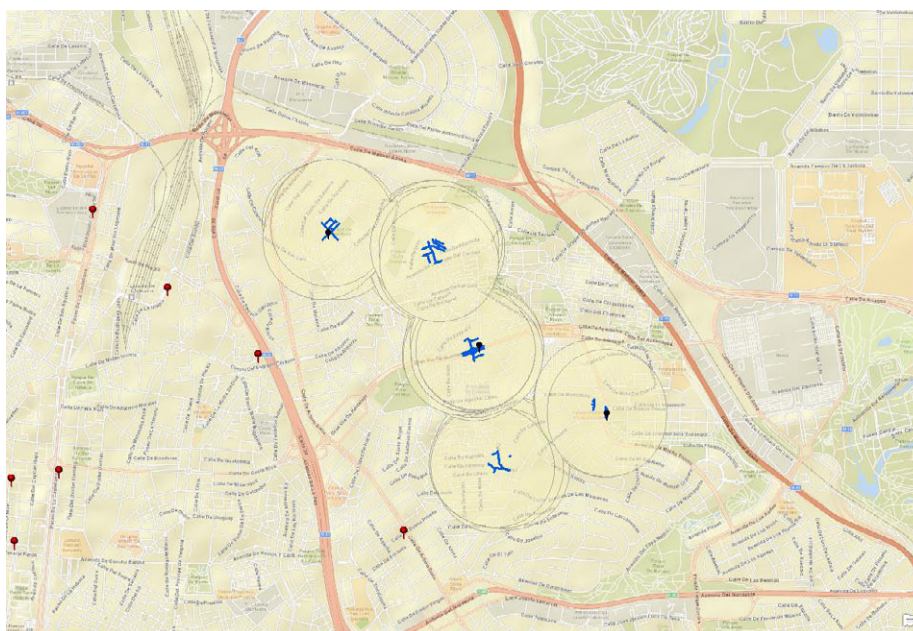


Figura 43: Detalle de la segunda zona de estudio, situada en el distrito de Hortaleza.

- La primera solución se encuentra cerca del metro de Manoteras. Se trata de una zona bien comunicada con la M11 y con la Calle Arturo Soria. Se ubica en el primer estacionamiento de la Calle Vélez Rubio. Se le nombra como punto 8.

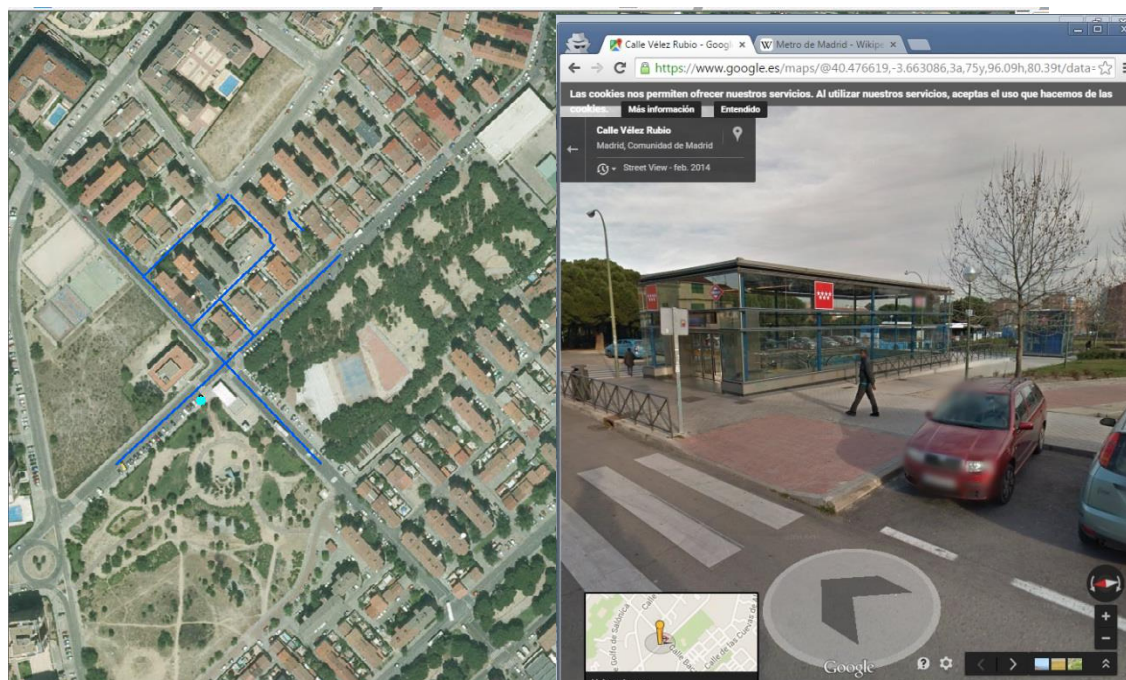


Figura 44: Punto 8. Detalle de situación y foto del lugar de la posible ubicación.



- La siguiente posible solución se encuentra en la parada de metro de Hortaleza. Como ya se ha ubicado un punto de suministro en una estación de línea 4 (Manoteras) y debido también a la cercanía con esta se ha decidido prescindir de este punto.



Figura 45: Detalle de la zona de la segunda solución posible.

- La tercera solución se encuentra cerca del metro de Pinar del Rey. Este punto es muy importante ya que aunque tenga menos viajeros, la línea 8 necesita de algún punto de suministro para sus usuarios y este es el único punto que se podría instalar. Además, se encuentra sobre una calle que arteria principal de enlace como es la Gran Vía de Hortaleza. Se le nombra como punto 9.

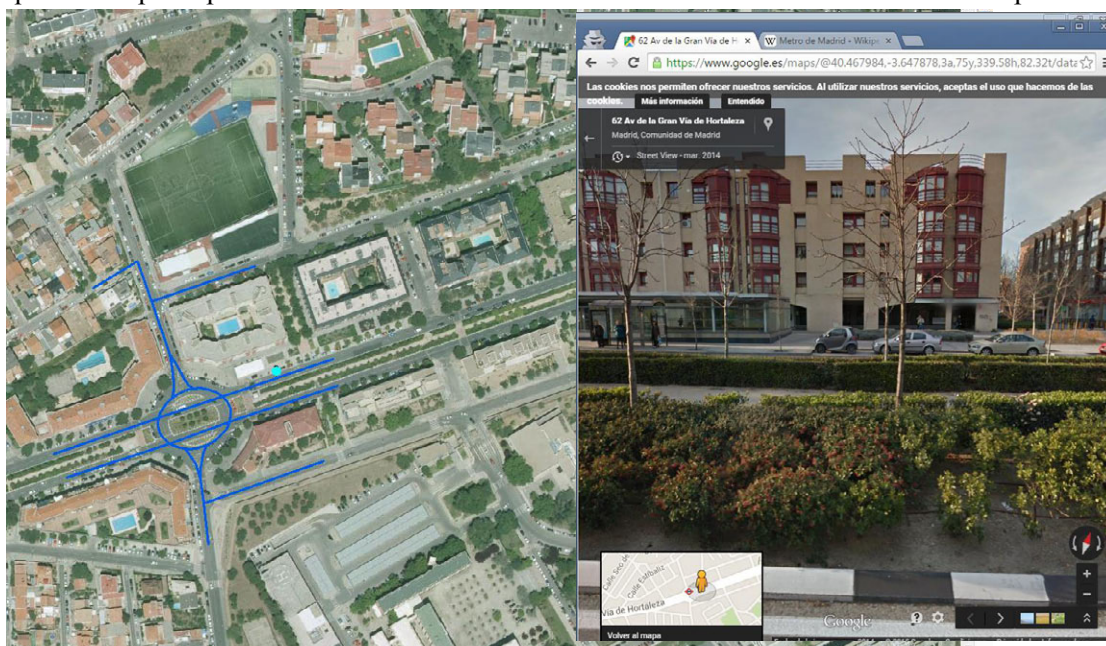


Figura 46: Punto 9. Detalle de situación y foto del lugar de la posible ubicación.

6. Análisis de los resultados

- La cuarta solución se encuentra cerca del metro de Canillas. Es una buena ubicación por su proximidad a un centro comercial además y a la parada de metro de la línea 4. Se le nombra como punto 10.

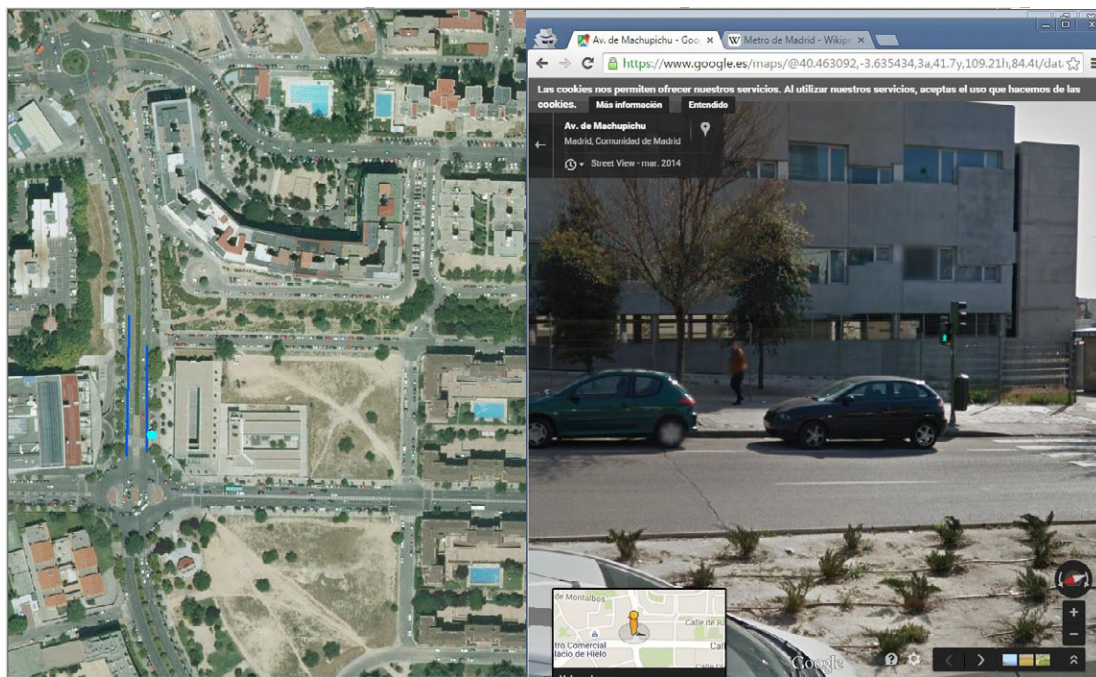


Figura 47: Punto 10. Detalle de situación y foto del lugar de la posible ubicación.

- La última solución posible se encuentra cerca del metro Esperanza. Se ha descartado este punto por la cercanía al punto anterior (punto 10), al punto 9 y a un punto de la red existente.

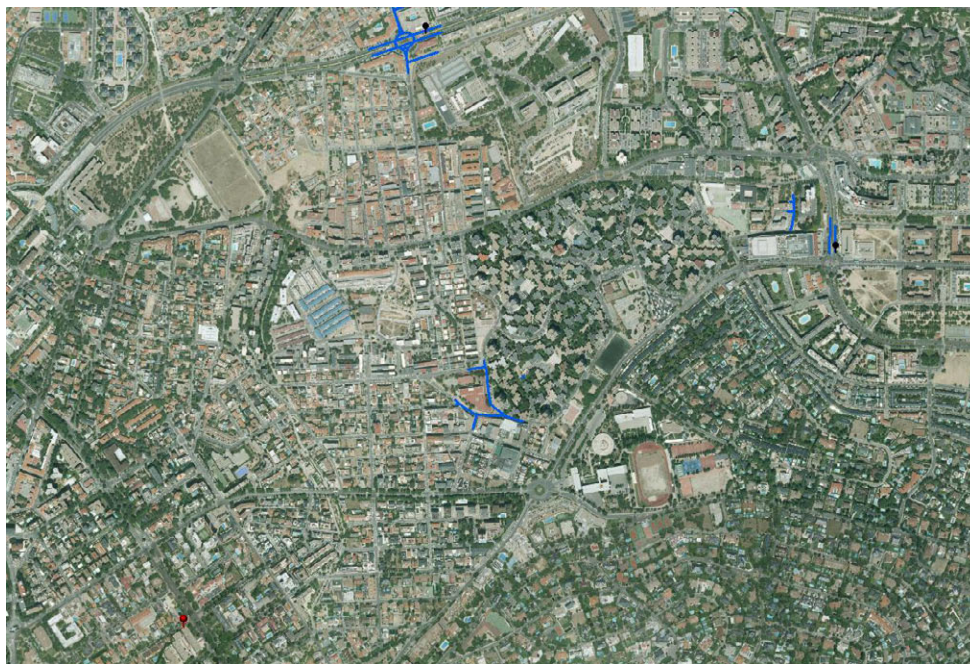


Figura 48: Detalle de la zona de la última solución posible.



Por último, el análisis continúa por el distrito de Carabanchel donde solo salen dos posibles soluciones que se describen de norte a sur.

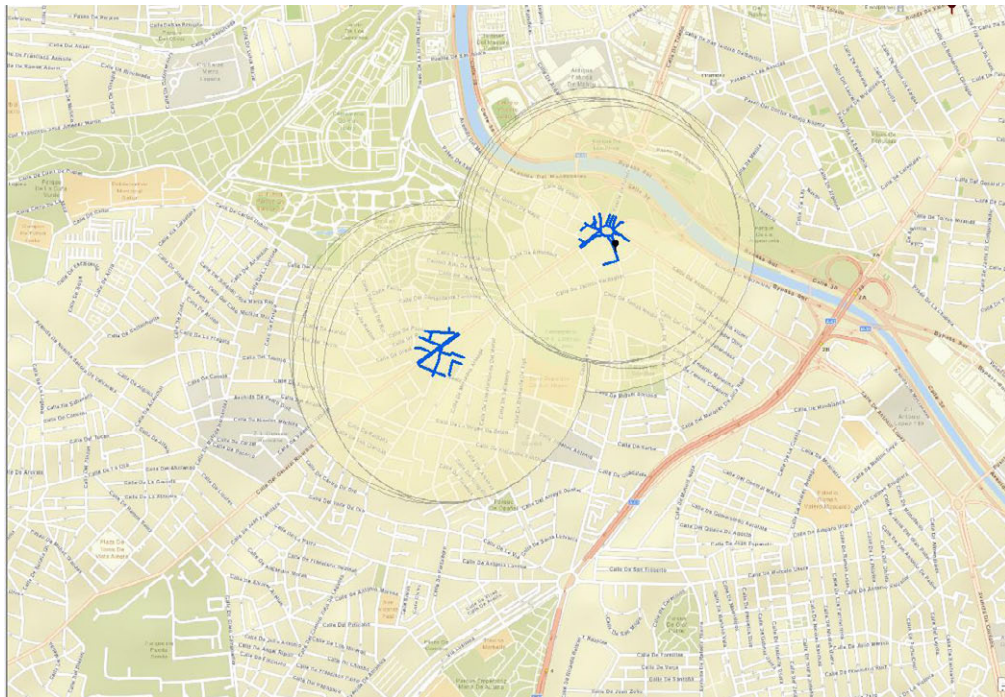


Figura 49: Detalle de la tercera zona de estudio, situada en el distrito de Carabanchel.

- La primera solución se encuentra cerca de la parada de metro de Marqués de Vadillo. Debido a su cercanía a la M30, distribuidor principal de Madrid, es más conveniente la ubicación de un punto de suministro en esta zona. El punto de suministro se ha ubicado en la Calle Antonio Leyva. Se le nombra como punto 11.

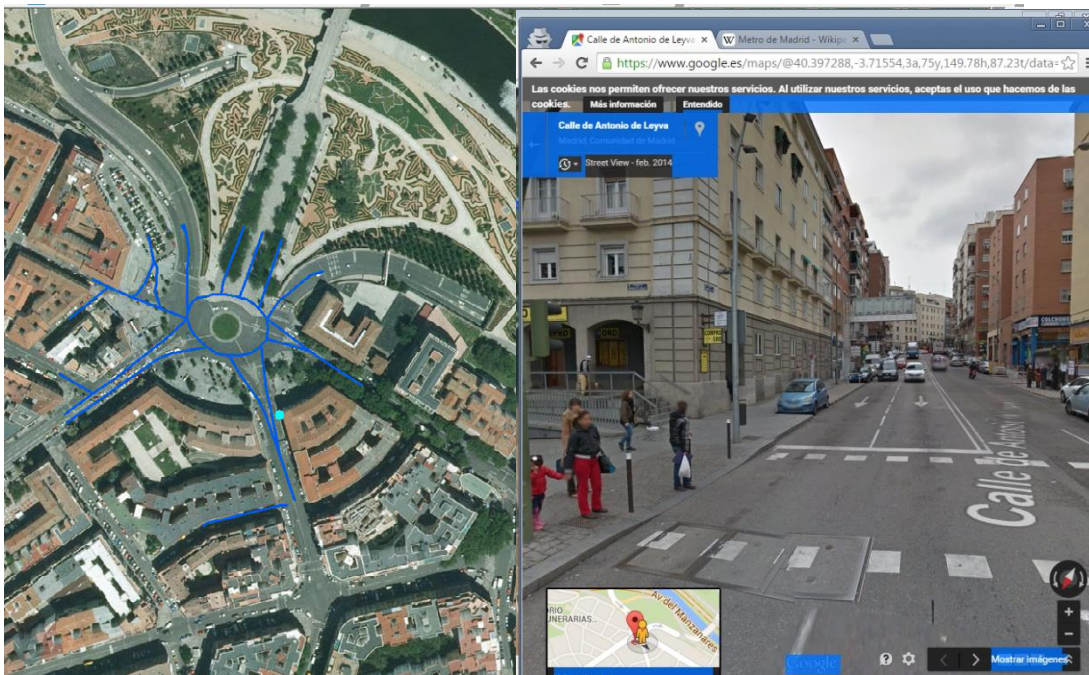


Figura 50: Punto 11. Detalle de situación y foto del lugar de la posible ubicación.

6. Análisis de los resultados

- Por último, la última solución cercana al metro de Urgel queda descartada por su cercanía al punto anterior (punto 11) y porque ya existe al menos otro punto en la línea 5 por lo que su posición en esta zona no es de vital importancia.



Figura 51: Detalle de la zona de la última solución posible.

El nuevo mapa de puntos de suministro eléctrico queda de la siguiente manera, siendo los puntos rojos los puntos que ya estaban y los puntos negros los nuevos emplazamientos.

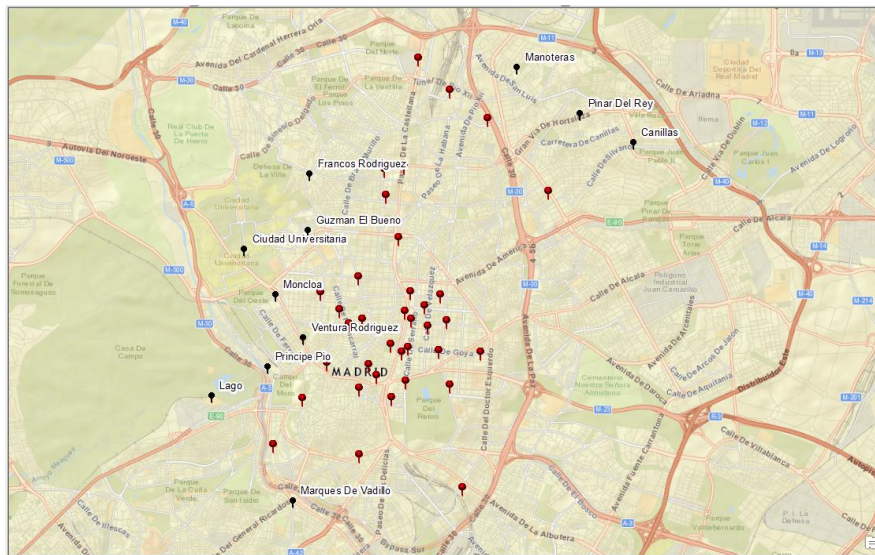


Figura 52: Distribución final de los puntos de suministro eléctrico.



7. CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE TRABAJO FUTURAS

El objetivo central de este Trabajo Fin de Grado era analizar las posibilidades que el análisis espacial podía aportar en relación con la planificación y gestión de redes de suministro de combustibles alternativos en el municipio de Madrid.

Tras determinar las posibles soluciones de cada tipo de combustible, se han establecido unas potenciales ubicaciones que responden a los criterios establecidos tanto en materia geoespacial como de eficiencia. Por tanto, se le da una solución real a un problema real.

Por otro lado, con esta medida se cumplen los objetivos fijados por las directivas europeas para el área de movilidad sostenible en el ámbito de las *Smart Cities*.

Además, este Trabajo muestra las capacidades de los programas para la gestión urbana mediante el análisis espacial. Se puede concluir, que gracias a estos avances es más rápido y sencillo poder abordar cualquier situación de especial interés en lo referente al urbanismo.

Cada vez es más habitual utilizar estas herramientas para las gestiones urbanas, pero es fundamental entender que no por tratarse de herramientas sencillas deben ser manejadas por cualquier operario. Todas las operaciones deberían realizarse por personas cualificadas y formadas en este tema que puedan dar respuesta a los problemas que surjan y además, sepan interpretar los resultados conseguidos pudiendo determinar si las soluciones obtenidas son válidas o no.

Otro aspecto fundamental en el empleo de un SIG para la gestión urbana es el acceso a las fuentes de información públicas, así como la calidad de los datos geoespaciales disponibles. Para el desarrollo del TFG se ha recopilado toda la información disponible en abierto, sin embargo, en algún caso existía más información del municipio de Madrid a la que se ha podido acceder y ha sido incorporada al estudio, pero que todavía no estaba en abierto, en este tipo de trabajos siempre es recomendable que se apueste por la máxima accesibilidad de la información, eso permite reducir tiempo de desarrollo, evita solapamientos, y favorece resultados más precisos y completos. Por otro lado, también hay que indicar que los datos disponibles no siempre son adecuados en sus formatos, características, o bien no están actualizados, este es otro factor fundamental, puesto que un SIG alimentado con información incorrecta dará resultados erróneos, y en el caso de que haya que corregir esos datos, el tiempo de trabajo planificado en un principio aumenta en gran medida

En trabajos futuros se podrían automatizar algunos procesos que en este Trabajo se han realizado de manera manual, incorporando nuevas capas con criterios como el hecho de que haya calles sin aparcamiento o que el análisis devuelva la posición más idónea siendo esta al comienzo o al final de una calle o cerca de un paso de peatones. Además, la incorporación de más información podría permitir realizar nuevos análisis en la movilidad urbana del municipio de Madrid, como podrían ser: la identificación de las calles o áreas más idóneas para establecer restricciones de acceso a determinados vehículos, o la ubicación y delimitación de zonas de aparcamiento reservado en la vía pública para vehículos especiales, tipo vehículos eléctricos de reparto o que prestan determinados servicios públicos, o en análisis a mayor escala, en la identificación de las localizaciones más adecuadas para proponer zonas de aparcamiento disuasorio en los accesos al municipio de Madrid que puedan reducir el tráfico de vehículos por el interior de la ciudad. Las posibilidades de un SIG en la gestión urbana son infinitas.

Este tipo de proyectos SIG, por otro lado, se pueden aplicar a distintas localizaciones manteniendo los mismos criterios de análisis, lo que es realmente productivo.



Por último, a título personal, este Trabajo Fin de Grado me ha mostrado que todos los conocimientos adquiridos durante estos años de estudio tienen una aplicación práctica. La formación en este ámbito específico es una disciplina muy demandada y en constante actualización, en la que debemos destacar por encima de otras profesiones gracias a nuestros conocimientos de la forma y posición de la Tierra y de sus sistemas de representación.



8. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. <http://www.boe.es/>

Agenda Digital para España. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Gobierno de España. <http://www.agendadigital.gob.es/Paginas/Index.aspx>

Aprenderaprogramar.com. Didáctica y divulgación de la programación. <http://aprenderaprogramar.es/>

Ayuntamiento de Madrid. <http://www.madrid.es/portal/site/munimadrid>

Benito Oterino, J.M. (2010) Topografía y Geodesia. Apuntes de la asignatura.

Cartociudad. Ministerio de Fomento. <http://www.cartociudad.es/portal/>

Cepsa. <http://www.cepsa.com/>

Circontrol. Mobility. <http://www.circontrol.com/es/>

City of the Future. UPM. <http://cityofthefuture-upm.com/>

Coches.net. Portal de noticias. <http://www.coches.net/>

Confederación de Empresarios de Andalucía (CEA). Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía. <http://sig.cea.es/inicio>

Datos Abiertos. Ayuntamiento de Madrid. <http://datos.madrid.es/portal/site/egob/>

DeTopografía. Blog de Topografía. <http://detopografia.blogspot.com.es/>

Dirección General del Catastro. Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. <http://www.sedecatastro.gob.es/>

Econoticias. Portal de noticias. <http://www.ecoticias.com/portada>

El Economista. Ecomotor. Portal de noticias. <http://www.eleconomista.es/ecomotor/>

Empresa Municipal de Transportes (EMT). <http://www.emtmadrid.es/Home.aspx>

Endesa. Vehículo eléctrico. <https://www.endesavehiculoelectrico.com/>

Energías Renovables. Portal de noticias. <http://www.energias-renovables.com/>

EUR-Lex. European Union Law. <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>

European Commission. http://ec.europa.eu/index_en.htm

Galp. <http://www.galpenergia.com/ES/Paginas/Home.aspx>

IDOM. Actualidad y proyectos relacionados con las Smart Cities. <http://www.smartcities.es/>



Instituto de Estadística. <http://www.madrid.org/iestadis/index.html>

ALMUDENA. Banco de Datos Municipal y zonal.

http://www.madrid.org/desvan/AccionLlamadaArbolDesvan_dwr.icm?tipoArbol=almudena

SITO. Sistema de Tabulación Online.

http://www.madrid.org/sita/AccionLlamadaArbolTemas_dwr.icm

Instituto Geográfico Nacional (IGN). <http://www.ign.es/ign/main/index.do>

Ircongas. Distribuidor de sistemas GLP. <http://www.ircongas.com/>

Madrid Movilidad S.A. Área de Gobierno de Medio Ambiente, Seguridad y Movilidad del Ayuntamiento de Madrid. <http://www.madridmovilidad.es/es/inicio.aspx>

Moreno Regidor, P. y Solano Villarubia, A. (2013) Diseño y gestión de proyectos SIG. Apuntes de la asignatura

MotorPasión Futuro. Portal de noticias. <http://www.motorpasionfuturo.com/>

Movele. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). <http://www.movele.es/>

Movilidad Eléctrica Madrid. <http://www.movilidadelectricamadrid.es/>

Mundivideo. Conversor de coordenadas. <http://www.mundivideo.com/coordenadas.htm>

NoticiasCoches.com. Portal de noticias. <http://noticias.coches.com/>

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

Repsol. http://www.repsol.com/es_es/

Smart City Valladolid y Palencia. <http://www.smartcity-vyp.es/>

Wikipedia. <https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>



9. ANEXOS

PLAN NACIONAL DE CIUDADES INTELIGENTES.	57
MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE ESTACIONES DE GLP.	93
MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE ESTACIONES DE GNC.	95
MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE ESTACIONES ELÉCTRICAS.....	97
MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE ESTACIONES DE COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS.	99

Plan Nacional de Ciudades Inteligentes

Marzo 2015





Ciudades Inteligentes

Agenda Digital para España

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
SITUACIÓN DE LAS CIUDADES INTELIGENTES	2
ANTECEDENTES DEL PLAN	4
SEGITTUR.....	5
IDAE.....	5
EOI.....	6
RED.ES	7
GRUPOS DE TRABAJO DE AENOR.....	7
NUEVAS ACTUACIONES	8
PLAN NACIONAL DE CIUDADES INTELIGENTES	9
OBJETIVOS DEL PLAN.....	10
ESTRUCTURA DEL PLAN	13
EJE I: FACILITAR A LAS CIUDADES EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN HACIA UNA CIUDAD INTELIGENTE	13
EJE II: PROYECTOS DEMOSTRADORES DE LA EFICIENCIA DE LAS TIC EN LA REDUCCIÓN DE COSTES, MEJORAS EN LA SATISFACCIÓN CIUDADANA Y CREACIÓN DE NUEVOS MODELOS DE NEGOCIO	14
EJE III: DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE LA INDUSTRIA TIC.....	15
EJE IV: COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN DEL PLAN NACIONAL DE CIUDADES INTELIGENTES	16
EJE V. SEGUIMIENTO DEL PLAN, ACTUACIÓN TRASVERSAL	17
SEGUIMIENTO.....	18
TABLA DE EJES Y MEDIDAS	20
EJE I: FACILITAR A LAS CIUDADES EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN HACIA UNA CIUDAD INTELIGENTE	20
EJE II: PROYECTOS DEMOSTRADORES DE LA EFICIENCIA DE LAS TIC EN LA REDUCCIÓN DE COSTES, MEJORAS EN LA SATISFACCIÓN CIUDADANA Y CREACIÓN DE NUEVOS MODELOS DE NEGOCIO	25
EJE III: DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE LA INDUSTRIA TIC APLICADA A LAS CIUDADES INTELIGENTES	27
EJE IV: COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN DEL PLAN NACIONAL DE CIUDADES INTELIGENTES	28
EJE V.- ACTUACIONES TRANSVERSALES DE SEGUIMIENTO DEL PLAN.....	29
INDICADORES DE EJECUCIÓN.....	31

Plan Nacional de Ciudades Inteligentes

Introducción

La política económica del Gobierno de España está plasmada en el Plan Nacional de Reformas (PNR). El PNR 2014 integra medidas a medio y largo plazo, enfocadas a la consecución de los objetivos nacionales de la Estrategia Europa 2020, con medidas a corto plazo inscritas en las áreas de coordinación recogidas en la Comunicación de la Comisión “Estudio Prospectivo Anual sobre el Crecimiento 2014”¹, documento que promueve un “saneamiento fiscal diferenciado y favorecedor del crecimiento; restablecer las condiciones normales de préstamo a la economía; fomentar el crecimiento y la competitividad actual y futura; luchar contra el desempleo y las consecuencias sociales de la crisis, y modernizar la Administración Pública”. Sobre este último aspecto recomienda “aumentar la eficiencia en la organización de sus administraciones mediante la mejora de la cooperación entre los diferentes niveles de la administración, un aumento de la utilización de las TIC y un mayor desarrollo de los servicios de administración electrónica en Europa”.

Estas orientaciones de política económica se plasman en iniciativas de política industrial. En España, la iniciativa de política industrial es la Agenda para el Fortalecimiento del Sector Industrial en España, aprobada por Consejo de Ministros el 11 de julio de 2014. La agenda combina una serie de medidas de ámbito horizontal, especialmente relevantes para las PYME, con otras en los ámbitos nacional e internacional, que tienen como objetivo conseguir que la industria sea una palanca para el crecimiento económico sostenible en España

Aunque en la mayoría de los países desarrollados el sector industrial ha retrocedido, tanto respecto al empleo total como al PIB, la industria mantiene un papel relevante debido a su dimensión relativa, su protagonismo en los flujos de intercambios internacionales, y a la capacidad de arrastre respecto al resto de las actividades no industriales; en particular, de una parte muy significativa de los servicios.

La Agenda para el Fortalecimiento del Sector Industrial en España considera que “España debe seguir impulsando el desarrollo de un sector industrial fuerte, competitivo y de referencia internacional, que contribuya a la recuperación de la actividad económica y a la creación de empleo”, dado su efecto multiplicador sobre el resto de la economía² y su mayor aportación a la I+D+i. Todo ello con el fin de alcanzar el objetivo planteado por la UE y recogido en la Estrategia Europa 2020: conseguir que el sector industrial represente el 20% del PIB en el año 2020. En 2013, la contribución del sector industrial al PIB era del 15,9%. Para la consecución de esta meta se proponen diez líneas de actuación³ y 97 medidas, entre otras la representada por la Agenda Digital para España (ADpE), que promueve el incremento de la productividad de las empresas industriales incorporando las TIC a su proceso productivo y mejorar la disponibilidad

¹COM (2013) 800 Final, 13.11.2013. Págs. 5 y 16.

² A falta de elaborar la medida del efecto multiplicador del sector industrial en España, baste decir que en EE.UU cada dólar del PIB industrial genera 1,34 de actividad económica agregada.

Fuente: The Boston Consulting Group (2012) Estudio para el fortalecimiento y desarrollo del sector industrial en España. Minetur. Madrid.

³ Minetur (2014) Agenda para el fortalecimiento del sector industrial. Minetur. Madrid.

de las infraestructuras de alta velocidad. Respecto a la ADpE, establece que, al margen de los planes ya recogidos en la misma, se redacte un Plan de Industrialización General, en el que se deben incardinar en un futuro todos los planes de la Secretaría de Estado, y dos mucho más específicos: el Plan de Ciudades Inteligentes y el Plan de Edificios Sostenibles y Hogares Digitales. La voluntad y necesidad de elaboración del Plan de Ciudades Inteligentes quedaron también recogidas en el acta de la Conferencia Sectorial de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, celebrada el 15 de julio de 2014.

Situación de las ciudades inteligentes

Los municipios y las entidades locales en general han sido los principales centros de desarrollo económico, social y cultural; el entorno propicio para el desarrollo de la creatividad y la innovación, particularmente la innovación social.

Según la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, celebrada en Río de Janeiro en 2012, la mitad de la humanidad vive en ciudades. La población urbana ha aumentado desde los 750 millones de personas –que aproximadamente la constituían en 1950–, hasta los 3.600 millones en 2011. Se estima que hacia 2030 casi un 60% de la población mundial residirá en zonas urbanas. En España lo hace ya más del 80%, según datos del Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas de España del Ministerio de Fomento.

Este notable crecimiento conllevará que, en los próximos años, ciudades de todo el mundo deban estar preparadas para prestar servicios, fundamentalmente no administrativos, de manera sostenible. Atender a las necesidades de agua potable, transporte o aire limpio constituirá un reto de extraordinaria magnitud y una oportunidad para la industria.

Los entornos urbanos siempre han tenido que afrontar problemas de organización social, estructura urbana o impacto ambiental, dada su posición como consumidores de recursos materiales y energéticos, o fuente de emisión de residuos y contaminantes. Mejorar la relación con el entorno, mantener la calidad y el coste de los servicios prestados o la capacidad para reorganizar sus estructuras, dando respuesta a nuevas necesidades, son asuntos que figuran en la agenda del mundo local con creciente intensidad. Un número significativo de ciudades de todo el mundo han ido adoptando las nuevas tecnologías para realizar una gestión más eficiente en la prestación de sus servicios públicos, la redefinición de los mismos o el replanteamiento de las relaciones con ciudadanos, turistas, empresas y proveedores.

Según un informe de la Dirección General para políticas internas del Parlamento Europeo, de enero de 2014 (“Mapping Smart Cities in the EU”⁴), se considera que una ciudad es inteligente si tiene al menos una iniciativa que aborde una o más de las siguientes características: Smart Economy, Smart People, Smart Mobility, Smart Environment, Smart Governance y Smart Living.

En 2011, considerando esta definición, 240 de las 468 ciudades de la Unión Europea con al menos 100.000 habitantes (51% del total) son clasificadas como ciudades inteligentes. España

⁴<http://www.smartcities.at/assets/Publikationen/Weitere-Publikationen-zum-Thema/mappingsmartcities.pdf>

se encuentra entre los países con mayor número de ellas, junto al Reino Unido e Italia. Aunque los países con los porcentajes más altos respecto al número de ciudades totales del país son: Italia, Austria, Dinamarca, Noruega, Suecia, Estonia y Eslovenia.

De las 6 características enumeradas, los proyectos más comunes son los ligados a problemas paneuropeos sobre bienes públicos. Smart Environment y Smart Mobility representan, respectivamente, el 21% y 33% de las iniciativas. Cada una de las otras cuatro (Smart Governance, Smart Economy, Smart People y Smart Living) es abordada en aproximadamente un 10% de las ciudades inteligentes.

España se encuentra entre los países con más proyectos de Smart Governance, junto con Francia, Alemania, Suecia y Reino Unido; y de iniciativas en Smart Mobility, junto con Hungría, Rumanía e Italia.

No parece existir un consenso respecto al concepto de ciudad inteligente o de los elementos mínimos que han de estar presentes en una ciudad para que pueda ser considerada como tal. Puede convenirse que la aplicación de las TIC para mejorar la calidad de vida de sus habitantes y asegurar un desarrollo económico, social y ambiental sostenible son elementos comunes a todas las definiciones. Por otra parte, el concepto exige una nueva relación con ciudadanos, turistas, proveedores y trabajadores públicos basada en la transparencia, la rendición de cuentas, el adecuado uso y consumo de los recursos y la identificación temprana de necesidades. El Plan Nacional de Ciudades Inteligentes seguirá la definición propuesta por el Grupo Técnico de Normalización 178 de AENOR (**AEN/CTN 178/SC2/GT1 N 003**):

“Ciudad inteligente (Smart City) es la visión holística de una ciudad que aplica las TIC para la mejora de la calidad de vida y la accesibilidad de sus habitantes y asegura un desarrollo sostenible económico, social y ambiental en mejora permanente. Una ciudad inteligente permite a los ciudadanos interactuar con ella de forma multidisciplinar y se adapta en tiempo real a sus necesidades, de forma eficiente en calidad y costes, ofreciendo datos abiertos, soluciones y servicios orientados a los ciudadanos como personas, para resolver los efectos del crecimiento de las ciudades, en ámbitos públicos y privados, a través de la integración innovadora de infraestructuras con sistemas de gestión inteligente.”

Cuantificar el impacto económico del desarrollo de las ciudades inteligentes es una labor compleja, ya que requiere un análisis coste-beneficio en el que habría que considerar la monetización de todos los efectos sociales asociados, magnitudes a las que habría que sumar los ahorros generados por la mejora en la monitorización y gestión de los mismos. A pesar de estas dificultades, estudios recientes han estimado que el mercado de soluciones para las ciudades y de los servicios adicionales requeridos para su implementación, podría superar a nivel global los 400.000 millones de dólares en 2020.

En la mayoría de los países de la UE existen ciudades inteligentes de diferentes tamaños, y aunque el común de las iniciativas está en una fase temprana de desarrollo, las grandes urbes tienden a ser las más avanzadas, siendo perceptible –a juicio de muchos– el creciente riesgo de una brecha digital entre grandes y pequeñas ciudades.

Esta transformación de las ciudades redundará en una mejor calidad de vida y contribuirá a crear entornos atractivos para la inversión, generando crecimiento económico y empleo. Estos propósitos requieren una aproximación integradora que garantice la participación, colaboración y coordinación de los múltiples agentes implicados, de forma que pueda desplegarse todo su potencial transformador. Las soluciones puestas en marcha están permitiendo una reordenación inteligente del espacio y los servicios, la reducción de costes y el reajuste de la oferta a diferentes necesidades de ciudadanos, empresas y turistas. También se registran incrementos en la eficacia y eficiencia, una disminución del consumo energético y, en definitiva, una mayor satisfacción ciudadana y una mejora de las capacidades de intervención social.

Es importante considerar la importancia que tiene el turismo en la estrategia de crecimiento de muchas ciudades de España y Europa. La llegada de turistas ofrece oportunidades de negocio basadas en necesidades cada vez más intensivas en el uso de tecnologías, lo que aconseja promover su utilización por parte de los agentes públicos y privados, y en particular por las pymes⁵. En Europa existen 44 ciudades que han registrado más de 1,5 millones de pernoctaciones al año⁶, lo que supone un importante reto: gestionar una creciente afluencia de visitantes y proveerles de servicios.

ANTECEDENTES DEL PLAN

El concepto de ciudades inteligentes tiene múltiples definiciones que, generalmente, se corresponden con los énfasis utilizados para aproximarse a esta realidad, definir sus problemas o proponer una fórmula de intervención. El grado de madurez, las prioridades locales o aproximaciones profesionalmente diversas sustentan definiciones distintas que no carecen de componentes comunes. Con carácter general se acepta que las estrategias de ciudad inteligente son parte muy importante de la respuesta al conjunto de problemas que nuestras comunidades enfrentan y una oportunidad para el crecimiento de nuestra industria.

La Agenda Digital para España (ADpE), aprobada en febrero de 2013, reconoce a las ciudades inteligentes un importante papel. A su vez, el impulso y la inversión en el desarrollo de ciudades inteligentes supone una relevante oportunidad de crecimiento para la industria TIC, que deberá afrontar el desarrollo de nuevas soluciones y alcanzar la masa crítica necesaria para transformarlas en productos o servicios de éxito orientados a la exportación.

El Ministerio de Industria, Energía y Turismo ha sido consciente, tempranamente, del papel que la tecnología –y la industria que la produce– tienen en la mejora de nuestra calidad de vida y en la reinversión de nuestras ciudades. Desde esta convicción, se vienen impulsando de manera continuada acciones de muy diverso tipo por cuantos organismos lo componen: la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información (SETSI), la entidad pública empresarial Red.es, la Sociedad Estatal para la Gestión de la Innovación y las

⁵ COM (2010) 352/3 “Europa, primer destino turístico del mundo: un nuevo marco político para el turismo europeo”.

⁶ Estudio de la Universidad Modul de Viena presentado durante el foro internacional sobre turismo urbano organizado por la Organización Mundial del Turismo en Barcelona, el 10 diciembre de 2014.

Tecnologías Turísticas, S.A. (SEGITTUR), el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y la Escuela de Organización Industrial (EOI).

SEGITTUR

Mediante el Plan Nacional e Integral del Turismo (PNIT) ha contribuido al desarrollo de las ciudades inteligentes, mejorando uno de los vectores decisivos en la transformación de nuestras ciudades y el desarrollo de la industria. Desde el PNIT se ha propuesto una definición del concepto de destino inteligente y se han implantado proyectos pilotos demostrativos, especialmente en destinos maduros, que han verificado el poder transformador de este concepto. Con apoyo de la tecnología se ha redefinido el modelo de oficina de información turística, estandarizándolo para hacer posible su reutilización por cualquier institución.

También se está contribuyendo a alinear los esfuerzos de oferta y demanda mediante el trabajo de “Normalización de Destinos Turísticos Inteligentes”, grupo de trabajo que SEGITTUR preside en el Comité Técnico de Normalización 178 de AENOR. La normalización permitirá generar una guía que oriente a las ciudades que deseen convertirse en destinos inteligentes y proporcionará a la industria un marco de demanda estructurado.

Se ha trabajado, de forma continua, en el desarrollo de aplicaciones móviles (“The App Date”, un informe sobre las 10 apps necesarias para un destino inteligente en España) y desarrollado una plataforma de generación de Apps llamada “Spain in Apps”, a través de la cual se han publicado varias aplicaciones móviles turísticas. Entre ellas, Experience Spain (Guía de Destino), Spain for Kids, Spain Creative, Spain Nature, Spain Playas y Accesible Spain. También se ha colaborado con la Secretaría de Estado de Seguridad en el desarrollo de la App “Alert Cops”, para facilitar las denuncias electrónicas a los turistas y a cualquier ciudadano.

Son muchas las ciudades que se han beneficiado de estas actuaciones: Playa de Palma (Baleares), Haro (La Rioja), Castelldefels (Cataluña), Villajoyosa (C. Valenciana), Las Palmas de Gran Canaria (Canarias), Santiago de Compostela (Galicia), Jaca (Aragón), El Hierro (Canarias), Madrid, Lloret de Mar (Cataluña), Badajoz-Elvas (Extremadura-Alentejo) –para desarrollar un espacio digital innovador de carácter transfronterizo–; Región de Murcia, Marbella (Andalucía), La Palma (Canarias), Almería (Andalucía), Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha, Elche (C. Valenciana), Logroño (La Rioja), Valle de Arán (Cataluña), etc. Una contribución muy valorada de SEGITTUR ha sido el programa “Comparte Iniciativas”, punto de encuentro que permite a cada comunidad autónoma ofrecer al resto de las instituciones los desarrollos tecnológicos y de innovación emprendidos por ellas para el sector turístico. Actualmente forman parte de esta red: Murcia, La Rioja, Extremadura, Galicia, Castilla y León, Comunidad Foral de Navarra, Comunidad Valenciana, Aragón, Cantabria, Principado de Asturias y Baleares. Está negociándose la firma con Castilla-La Mancha y la Comunidad de Madrid.

IDAE

El Instituto es Punto Nacional de Contacto (National Contact Point) del Reto de Energía del programa HORIZON 2020, financiado por la UE, y promueve las iniciativas contempladas en este programa. Entre ellas, las vinculadas con Smart Cities and Communities (Proyecto

Lighthouse). Participa también en el Grupo Interplataformas de Ciudades Inteligentes (GICI) presidido por la plataforma de redes eléctricas Futured, que trabaja en la elaboración de un documento de visión (a punto de finalizarse) en el que se define el concepto de ciudades inteligentes y los elementos tecnológicos que pudieran ser útiles en cada uno de los sectores o servicios de la ciudad.

IDAE, como gestor del Fondo Nacional de Eficiencia Energética adscrito al MINETUR, y de los asignados al Objetivo Temático 4 (favorecer el paso a una economía baja en carbono en todos los sectores) del Programa Operativo de Crecimiento Sostenible 2014-2020 de FEDER, movilizará más de 140 millones de euros en ayudas directas para la mejora y eficiencia energética. Se destinarán, entre otros, a los sectores industrial (que incluye sistemas de gestión energética), transporte (que incluye una experiencia piloto en Mallorca con la implantación de una red distribuida de carga para vehículos eléctricos), y alumbrado y edificios, en los que se promoverá la implantación de sistemas inteligentes de monitorización energética en viviendas y edificaciones existentes, que permitan obtener al usuario información en tiempo real acerca de su consumo de energía⁷. Se calcula que, al menos 5 millones de euros, incidan directamente en el sector TIC.

IDAE también ha contribuido al desarrollo de este sector publicando: “Ciudades Inteligentes-Hoja de Ruta⁸”.

EOI

La Fundación EOI, como Organismo Intermedio del Programa Operativo 2007-2013 de FEDER, viene desarrollando proyectos de generación de conocimiento, formación y apoyo a emprendedores y pymes españolas en ámbitos presentes en la ciudad inteligente. En coordinación con la Secretaría de Estado de Turismo, desarrolla proyectos de apoyo al sector turístico en los que participan diferentes administraciones regionales y locales. Entre ellos cabe destacar las “Plataformas de Destino Turístico Inteligente” (Diputaciones de Pontevedra, Toledo, Málaga, etc.) y proyectos de “Turismo Inteligente” en La Palma, Coruña, Sevilla, Almonte, etc. Otras iniciativas con efecto sobre la industria son el Urban Lab de Málaga⁹, que apoya la salida al mercado de un producto o un servicio orientado a su aplicación en el ámbito de una ciudad inteligente, o el proyecto de gestión eficiente de agua y energía para pymes en La Coruña.

Entre las funciones centrales de la EOI figuran la formación y la difusión del conocimiento. Como Escuela de Negocios y centro de conocimiento, la EOI está desarrollando investigaciones en el ámbito de ciudades inteligentes, entre las que destacan: “Ciudades y ciudadanos en 2033: La transformación urbana de España”, proyecto realizado en convenio con la Fundación

⁷ Esta actuación se enmarca dentro de uno de los compromisos adoptados por el Gobierno para hacer frente a la situación en la que se encontraba el sector al principio de la Legislatura, como recordó recientemente el Ministro José Manuel Soria, que consiste en “acentuar el rol del consumidor como parte activa de la demanda en un mercado competitivo”, como pieza necesaria para salir de la actual situación del sistema energético sin abandonar los principios de economía de mercado.

⁸http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos/Hoja_de_ruta_-_Ciudades_Inteligentes_27032012_21debd79.pdf

⁹<http://www.urbanlabmalaga.es/>

PwC, y la coordinación técnica del número de abril de 2015 sobre “Ciudades Inteligentes” de la Revista de Economía Industrial, publicada por el MINETUR. También ha impartido cursos sobre Ciudad Inteligente, Big Data y Business Analytics.

Finalmente, EOI desarrolla actuaciones de comunicación y sensibilización como el Foro TIKAL.

RED.ES

La entidad pública empresarial Red.es viene desarrollando una intensa tarea de promoción de las ciudades inteligentes. Entre sus actividades cabe destacar la publicación, con cargo a fondos FEDER, de la «Primera convocatoria de ciudades inteligentes de la Agenda Digital para España de la entidad pública empresarial Red.es», que movilizó 15 millones de euros y a la que se presentaron más de 40 ciudades o agrupaciones de ciudades. Esta convocatoria ha fomentado la presentación de proyectos comunes y se acaba de resolver, contribuyendo de esta forma a generar una demanda agregada que tenga la suficiente masa crítica como para representar una oportunidad para la industria. Otras actuaciones de Red.es han incidido en la elaboración de un estudio y guía metodológica sobre ciudades inteligentes, sobre el que se ha generado una métrica de gestión de las ciudades.

Ayudas más específicamente orientadas al desarrollo industrial han sido el “Centro Público Demostrador TIC de Smart Cities y Tecnologías Ubicuas”, destinado a convertirse en centro de referencia internacional para la conexión entre el sector TIC, la pyme y las instituciones interesadas en las soluciones tecnológicas en Smart Cities, y el “HUB de Contenidos Digitales en Málaga”. Este último, emplazado en el edificio de Tabacalera de Málaga, tiene por objetivo convertirse en un HUB de emprendimiento en el ámbito de los contenidos digitales. Otras iniciativas de interés vienen constituidas por los nodos FI-WARE (FUTURE INTERNET Core Platform), programa de la Unión Europea FI-PPP (Future Internet - Public-Private-Partnership). RedIRIS ha desplegado la infraestructura europea FIWAT, de referencia, en la cual se están probando y evaluando la mayoría de los componentes (Generic Enablers) de FI-WARE. También cabe subrayar dos proyectos piloto en la prestación de servicios públicos basados en la gestión inteligente de la ciudad y el despliegue de la infraestructura sobre la que se desarrollarán, en Málaga y Sevilla¹⁰.

GRUPOS DE TRABAJO DE AENOR

Desde la SETSI se han venido coordinando los trabajos del Comité de Normalización 178 de AENOR. El campo de actividad del mismo es la “Normalización de los requisitos, directrices, técnicas, indicadores y herramientas que contribuyan al desarrollo de las ciudades hacia comunidades inteligentes, cubriendo el concepto de comunidad a cualquier unidad finita de una entidad local, con exclusión de los productos y equipamientos competencia de otros AEN/CTN ya constituidos.”

¹⁰ <http://www.red.es/redes/sala-de-prensa/nota-de-prensa/redes-y-el-ayuntamiento-de-malaga-firman-dos-convenios-para-implantar->
<http://www.red.es/redes/sala-de-prensa/nota-de-prensa/sevilla-modelo-de-ciudad-inteligente>

El comité, presidido por SETSI, está estructurado en 5 subcomités:

- SC 1 “Infraestructuras”. Ayto. Rivas Vaciamadrid.
- SC 2 “Indicadores y semántica”. Ayto. Santander.
- SC 3 “Gobierno y movilidad”. Ayto. Valladolid.
- SC 4 “Energía y medio ambiente”. Ayto. Málaga.
- SC 5 “Destinos turísticos”. SEGITTUR.

Se han publicado ya 3 normas y está previsto publicar entre 8 y 11 normas más en los próximos meses, entre otros el denominado “**PNE 178104: Sistemas Integrales de Gestión de la Ciudad Inteligente**” que orientará el debate sobre plataformas de ciudad inteligente.

Nuevas actuaciones

El Plan Nacional de Ciudades Inteligentes da continuidad a todas estas iniciativas, proponiendo para ello un conjunto de nuevas medidas que supondrán la movilización de un volumen de recursos cercano a los 153 millones de euros. El nuevo Plan refuerza la vocación industrial de estas políticas y persigue aumentar la aportación del sector industrial involucrado en estos proyectos al PIB; potenciando el crecimiento de este subsector industrial, el tamaño de sus empresas y su capacidad de exportación. Para ello, promoverá implantaciones en áreas novedosas que formen parte del núcleo de necesidades estables a satisfacer por las EELL de forma sostenible.

Con el fin de mejorar la coordinación de los diagnósticos y esfuerzos realizados por los distintos agentes, se propone la creación del **Consejo Asesor de Ciudades Inteligentes**. En él estarán presentes, entre otros: SETSI, Red.es, SEGITTUR, IDAE, EOI, las entidades locales y los representantes de la industria. Este órgano asesor y consultivo, adscrito al MINETUR, a través de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información, tendrá como misión emitir informes, proponer estrategias, contribuir a conformar la posición española en foros internacionales, coordinar esfuerzos y favorecer la participación de administraciones, empresas, expertos e industria.

Por todo ello, la Agenda Digital para España, concebida como un instrumento dinámico capaz de adaptarse a las necesidades que se van identificando, incorpora un nuevo plan, el décimo: el Plan Nacional de Ciudades Inteligentes (2015-2016) que, como los anteriores, se articula en medidas concretas, con calendarios y presupuestos específicos que permitan alcanzar los objetivos establecidos. Su elaboración se ha basado en un diálogo continuado con los actores públicos y privados interesados en su desarrollo.

Cada año se realizará una revisión de los planes. Así podrán evaluarse los resultados conseguidos y determinar la oportunidad de redefinir medidas y objetivos para, en su caso, prolongar el alcance temporal de los mismos o de aquellos que adicionalmente se establezcan.

Plan Nacional de Ciudades Inteligentes

El papel de las entidades locales como garantes de la correcta prestación de servicios públicos se ha vuelto más compleja en los últimos años por diversos motivos; entre otros, el mantenimiento de la Ley Reguladora de las Bases de Régimen Local del año 1985, que no permitía contemplar y abordar de forma sistemática la prestación de los servicios públicos en los distintos tipos de municipios. Con la aprobación de la Ley de Racionalización y Sostenibilidad de la Administración Local, de diciembre de 2013, se han acometido modificaciones en la prestación de los servicios básicos y en la determinación de los nuevos, de forma que se eviten duplicidades y solapamientos, facilitando una prestación más racional y con suficiente financiación.

Son muchas las aproximaciones concretas a lo que debe ser ciudad, territorio o destino turístico inteligente. Las diferentes necesidades, capacidades y oportunidades han conllevado la implementación de soluciones diversas en ritmo y contenidos; observándose un desarrollo desigual tanto en lo que respecta al tipo de servicios prestados, como a la forma en la que se prestan o los instrumentos TIC adoptados para su mejora. Esta diversidad, que tiene las evidentes ventajas de un amplio repertorio de experiencias, lleva aparejados límites en el desarrollo de soluciones replicables y estandarizadas que reduzcan las necesidades de financiación de nuevos proyectos, aceleren implantaciones, mejoren resultados y brinden una oportunidad de crecimiento a la industria.

Las entidades locales, al ir avanzando en este proceso inteligente de modernización, han valorado la oportunidad de establecer estrategias de colaboración y coordinación para aunar esfuerzos. Conceptos como sostenibilidad, movilidad o destino inteligente han permitido integrar diferentes ayuntamientos bajo un mismo proyecto. Una de las organizaciones surgida de esta confluencia es la Red Española de Ciudades Inteligentes (RECI), que ya cuenta con más de 60 ciudades. Cabe destacar el esfuerzo que empresas y ayuntamientos están desarrollando para definir estándares e indicadores en el seno del Grupo Técnico de Normalización 178 de AENOR. Otras iniciativas como la Alianza Inercia, una alianza multisectorial coordinada por la Comisión de Smartcities de AMETIC, y la plataforma tecnológica es.Internet, han constituido grupos para debatir y acordar estrategias que acercan las capacidades empresariales a las necesidades de las ciudades. O la iniciativa IntelligenTIC, de CONETIC, que promueve la integración de soluciones implantadas por Pymes, refuerza las competencias empresariales individuales con productos y servicios interoperables, que incrementan el retorno de la inversión de las ciudades y hacen visibles desde su Congreso de Ciudades Digitales. Es particularmente reseñable el trabajo y la visibilidad internacional alcanzados por nuestro país gracias a la Fundación Mobile World Capital de Barcelona, un activo a preservar.

Valiosas iniciativas a las que se suman otras muchas protagonizadas por universidades y entidades locales que trabajan para formular mejores modelos de ciudad inteligente. Finalmente, señalar el trabajo que vienen desarrollando SETSI, Red.es, EOI, IDAE o SEGITTUR para avanzar en el desarrollo de ciudades inteligentes e impulsar la reconversión de los destinos turísticos españoles.

La Comisión Europea, por su parte, ha creado la EIP-SCC (European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities), un espacio de encuentro entre ciudades, industria y ciudadanos para mejorar la vida en la ciudad a través de soluciones sostenibles. El objetivo fundamental de EIP-SCC es establecer asociaciones estratégicas entre las ciudades y la industria para desarrollar los sistemas e infraestructuras de las ciudades del futuro y contribuir a definir las próximas actuaciones en materia de ciudades inteligentes.

España cuenta con una buena posición en el despliegue de estas iniciativas. Sin embargo, se enfrenta a un gran reto debido a la heterogeneidad de experiencias y enfoques, o la desigual conexión de estos proyectos con la estrategia global de ciudad. Por otro lado, el concepto “inteligente” no debería limitarse al ámbito de grandes ciudades, siendo extensible a regiones, territorios o destinos turísticos. Estos últimos ilustran como pocos la amplitud y complejidad del concepto, ya que los límites geográficos del territorio pueden coincidir o no con los de una ciudad (Costa del Sol, Camino de Santiago, etc.). En segundo lugar, el desarrollo de los destinos turísticos inteligentes tiene como objetivo al turista y la mejora de su experiencia, no el territorio. Finalmente, la interacción con el turista va más allá de su estancia en la ciudad.

El Gobierno de la Nación, a través de la Administración General del Estado, pretende contribuir a estos esfuerzos y desempeñar un papel facilitador con la aprobación del Plan Nacional de Ciudades Inteligentes, que actuará como punto de encuentro común para los múltiples agentes; favoreciendo la compartición de recursos, experiencias y conocimiento; facilitando el desarrollo de productos y servicios innovadores, e impulsando estándares e indicadores que dinamicen el mercado, propiciando el crecimiento de la industria y la interoperabilidad.

Objetivos del Plan

El objetivo último del Plan de Ciudades Inteligentes es contribuir al desarrollo económico, “maximizando el impacto de las políticas públicas en TIC para mejorar la productividad y la competitividad, y transformar y modernizar la economía y sociedad española mediante un uso eficaz e intensivo de las TIC por la ciudadanía, empresas y administraciones”, según recoge la Agenda Digital para España. Se pretende conseguir que el peso del sector industrial en el PIB español sea del 20%, según queda recogido en el PNR 2014 y en la Agenda para el Fortalecimiento del Sector Industrial en España. Para ello, se considera imprescindible coordinar el conjunto de políticas desarrolladas por el MINETUR, a través del futuro Consejo Asesor de Ciudades Inteligentes.

El Plan se inscribe en la Línea “Mejorar la Competitividad de los Factores Productivos Claves”, recogido en la Agenda para el Fortalecimiento del Sector Industrial, como vertebrador del conjunto de acciones de gobierno necesarias para conseguir, a través del subsector industrial TIC, mejorar la aportación de éste al PIB Nacional, ayudando a incrementar la eficacia y la eficiencia con la que se prestan los servicios públicos en las entidades locales a ciudadanos, empresas y turistas. Todo lo cual conllevará una mejora en la calidad de vida de los pueblos y ciudades españolas, y repercutirá en el crecimiento económico.

La expansión de las TIC y las mejoras en la gestión pública local –con el uso de la gobernanza como la herramienta básica de gestión y del análisis y evaluación de políticas públicas como instrumento de racionalización de las decisiones y acciones de gobierno–, se han convertido en instrumentos esenciales para la transformación de las entidades locales españolas en entornos donde los servicios al ciudadano y a los turistas que las visitan, se prestan de manera eficaz, eficiente y sostenible, mediante sistemas de gestión inteligente.

Se entiende que el turismo debe jugar un papel fundamental en el impulso de la ciudad inteligente, especialmente en países como España en los que ninguna ciudad es ajena al mismo. En 2014, España fue el tercer país más visitado del mundo, con 65 millones de turistas internacionales, y el segundo a nivel mundial en volumen de ingresos por turismo, que alcanzaron los 48.928 millones de euros. En el año 2014, el 25% de la creación de empleo en la economía española es atribuible de forma directa a actividades turísticas. A pesar de llevar dos años consecutivos batiendo récords en el sector del turismo, los primeros datos de 2015 siguen mostrando datos de crecimiento robustos.

En un contexto de reactivación económica, toma especial relevancia el concepto de destino turístico inteligente. El Plan de Ciudades Inteligentes seguirá la definición propuesta por el Grupo Técnico de Normalización 178 de AENOR (**AEN/CTN 178/SC5 Destinos Turísticos**): *“Un destino turístico innovador, consolidado sobre una infraestructura tecnológica de vanguardia, que garantiza el desarrollo sostenible del territorio turístico, accesible para todos, que facilita la interacción y la integración del visitante con el entorno e incrementa la calidad de su experiencia en el destino y mejora la calidad de vida de los residentes.”*

La presencia de características propias de una ciudad inteligente repercutirá positivamente en la imagen de la ciudad, lo cual se traducirá a medio y largo plazo en una mayor afluencia de visitantes y, en consecuencia, mayores beneficios económicos para ciudadanos y empresas.

Por otra parte, desde un punto de vista medioambiental, el incremento de actividad turística en particular y los servicios de la ciudad en general (transporte, movilidad, gestión de residuos, alumbrado, etc.), tienen un impacto decisivo en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).

Respecto a la movilidad, las nuevas inversiones en infraestructuras para una ciudad inteligente permitirán reducir las congestiones de tráfico, minimizar los recorridos y los tiempos de los trayectos de los conductores y proporcionar herramientas para informar a los usuarios en tiempo real de la situación del tráfico, así como impulsar el transporte público.

En esta línea, tomará relevancia la implantación de sistemas que permitan poder actuar sobre la movilidad urbana en las ciudades para conseguir cambios importantes en el reparto modal, con una mayor participación de los modos más eficientes y en detrimento de la utilización del vehículo privado con baja ocupación, mejorando con todo ello la calidad de vida de los ciudadanos y avanzando hacia un futuro bajo en emisiones de CO2.

Otra consideración central es la relativa a la accesibilidad universal¹¹, condición que deben cumplir los entornos, procesos, bienes, productos y servicios, así como los objetos, instrumentos, herramientas y dispositivos, para ser comprensibles, utilizables y practicables por todas las personas en condiciones de seguridad y comodidad y de la forma más autónoma y natural posible. Esto redundará en una mejor relación de ciudadanos o turistas con la ciudad y sus servicios. De la toma en consideración de la accesibilidad derivan, además, ventajas económicas para la industria, ya que amplía la base de clientes a todas las personas. El mercado potencial del turismo accesible, por ejemplo, es muy significativo. Según un estudio reciente sobre el impacto económico y los hábitos de viaje del turismo accesible en Europa¹², en 2011, había 138,6 millones de personas con necesidades de accesibilidad en la UE, de las cuales el 35,9% eran personas con discapacidad de entre 15 y 64 años de edad y el 64,1% adultos mayores de 65 años.

La tipología de entidades locales que forman parte de nuestra realidad es diversa, como también lo son las posibles soluciones que pueden adoptarse para la transformación que se pretende. La puesta en común de experiencias y conocimientos facilitará la creación –y el trasvase–, de soluciones comunes. De igual manera, la implementación de plataformas interoperables entre los municipios permitiría alcanzar el nivel de masa crítica necesario para que ciertas innovaciones o desarrollos sean comercialmente viables y exportables.

Por todo ello, el presente Plan, que velará por mantener y mejorar la posición de liderazgo en Europa de las ciudades españolas y la industria, se enfoca hacia la consecución de los siguientes objetivos:

- **Aumentar la aportación de las TIC al PIB del sector industrial.** Se hace necesario conocer la situación del sector TIC implicado en el desarrollo de las ciudades para favorecer su crecimiento. La mejora de la productividad y por tanto de la competitividad del sector industrial depende, en parte, de las mejoras en la productividad y la competitividad del sector TIC. La inversión en I+D+i, en necesaria coordinación con las estrategias de especialización inteligente RIS3¹³ de las regiones en las que se localizan, es un elemento central en el desarrollo de las ciudades y destinos turísticos inteligentes.
- **Mejora de la eficacia y eficiencia de las entidades locales en la prestación de los servicios públicos a través del uso de las TIC.**
 - Ayudar a las entidades locales en su proceso de **transformación hacia ciudades y destinos turísticos inteligentes**, impulsando una implementación óptima de los recursos TIC en la provisión y redefinición de los servicios públicos.
 - **Seguimiento y promoción de actividades de estandarización y normalización de las tecnologías, métricas y servicios** necesarios para configurar una ciudad

¹¹ Artículo 2.k del Real Decreto Legislativo 1/2013 de 29 de noviembre.

¹² ECONOMIC IMPACT AND TRAVEL PATTERNS OF ACCESSIBLE TOURISM IN EUROPE – FINAL REPORT Service Contract SI2.ACPROCE052481700 – European Commission, DG Enterprise and Industry (2014)

¹³ http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/informat/2014/smart_specialisation_es.pdf

inteligente, de manera que se fomente la interoperabilidad, creando economías de escala y una mayor eficiencia en la inversión de los recursos. Estas métricas se concentrarán fundamentalmente en la medición de la satisfacción ciudadana y la de sus visitantes, en los ahorros de tiempos, la reducción de costes y la disminución de cargas administrativas. El refuerzo de las normas y la interoperabilidad son objetivos de la Agenda Digital Europea, cuya promoción será parte central del presente plan.

- **Gobernanza del sistema de ciudades inteligentes.** El fin último del plan es desarrollar la industria tecnológica necesaria para evolucionar el concepto de las ciudades y destinos turísticos inteligentes. Para ello, se considera necesario incentivar la participación conjunta de empresas, expertos, asociaciones sectoriales, proveedores y entidades locales, en la búsqueda y desarrollo de soluciones que permitan unos servicios públicos más eficaces y eficientes. Es objeto de este plan fomentar el intercambio de información y experiencias acumuladas, difundir soluciones exitosas, buscar el compromiso de las partes y crear reglas de decisión que permitan un adecuado avance hacia los objetivos propuestos.
- **Estandarización, regulación y normativa.** Son aquellas medidas encaminadas a impulsar o facilitar la implantación de infraestructuras tecnológicas que permitan comportamientos más sostenibles en las ciudades y su entorno. Su principal objetivo es la incorporación a gran escala de soluciones –principalmente con cierto grado de madurez–, que mejoren la eficiencia y la sostenibilidad de la ciudad. En esta línea, es de vital importancia crear una red de comunicación compatible entre las distintas actividades y que permita potenciar el desarrollo interior de las ciudades inteligentes.

Estructura del Plan

Para alcanzar los objetivos planteados, el Plan Nacional de las Ciudades Inteligentes propone una batería de actuaciones estructuradas según los siguientes ejes:

Eje I: Facilitar a las ciudades el proceso de transformación hacia una ciudad inteligente

Mejorar la eficacia y eficiencia de las entidades locales en la prestación de los servicios públicos a través del uso de las TIC y avanzar en la gobernanza del sistema de ciudad y destino turístico inteligente.

Con el fin de alcanzar los objetivos fijados, se incluyen todas aquellas medidas encaminadas a identificar la situación de las entidades locales en relación al concepto de ciudad y destino inteligente y los modelos de gobernanza que hacen posible implantarlos con éxito, obteniendo resultados relevantes para ciudadanos, visitantes, empresas, proveedores e instituciones.

Entre otras iniciativas, incluye:

- La realización del **Libro Blanco** en materia de ciudades inteligentes, con el fin de identificar y cuantificar el conjunto de problemas públicos a resolver, la tipología de intervenciones necesarias y su métrica, así como los instrumentos regulatorios y de planificación que se requieren para su implementación. Se realizarán los estudios necesarios para:
 - Segmentar los municipios en función de los servicios que prestan, quién los presta, con qué modelo de gestión, a qué coste y con qué grado de utilización de las tecnologías.
 - Realizar una taxonomía del subsector de la industria TIC que presta servicios a las ciudades, establecer sus grandes magnitudes e identificar los inhibidores y facilitadores de su desarrollo.
 - Identificar los frenos de tipo normativo, técnico o regulatorio que dificultan el despliegue de una ciudad, territorio o destino inteligente.
 - Señalar aquellos aspectos y condicionantes específicos de los destinos turísticos inteligentes, desde el punto de vista de sus necesidades diferenciales en términos de servicios que prestan a los turistas y naturaleza de los mismos.

- **Promoción de la cooperación** entre municipios mediante:
 - Creación de espacios tecnológicos con entornos TIC interoperables, que permitan el desarrollo de proyectos cooperativos e innovadores que faciliten la experimentación, el desarrollo de aplicaciones, el intercambio de buenas prácticas y el uso compartido de herramientas tecnológicas.
 - Es importante que el ciudadano y el visitante sean conocedores de las mejores prácticas que están llevando a cabo las diferentes iniciativas, por lo que las acciones de promoción han de ir encaminadas a difundir los proyectos en los que se está trabajando, los éxitos obtenidos, los beneficios reportados a los ciudadanos y la industria que ha dado sustento a estas iniciativas.

- **Estandarización y seguimiento de iniciativas de ciudades inteligentes.** Promover los estándares y la interoperabilidad, así como la coordinación de los agentes implicados. Para ello se desarrollarán las siguientes actividades:
 - Promoción de actuaciones de estandarización.
 - Fomentar y difundir el uso de indicadores y normas en el ámbito de las ciudades y destinos turísticos inteligentes.
 - Análisis de experiencias de éxito y promoción de nuevas experiencias, que aporten métricas sustentadas en la implementación.
 - El impulso a la interoperabilidad y la innovación.

Eje II: Proyectos demostradores de la eficiencia de las TIC en la reducción de costes, mejoras en la satisfacción ciudadana y creación de nuevos modelos de negocio

El uso inteligente de las TIC permite aminorar los gastos que conlleva la prestación de muchos servicios públicos. Estos ahorros no siempre son percibidos por los ciudadanos ni cuantificados

por las administraciones. Una parte del éxito de los proyectos de ciudad inteligente y, a la larga, de las políticas que los impulsan, está ligado a la capacidad del conjunto de los agentes para trasladar a la sociedad la relevancia de ahorros, mejoras en la prestación de servicios, incrementos en la calidad de vida de la ciudadanía y oportunidades de desarrollo industrial que conllevan. En aquellas ciudades que reciben un importante número de llegadas de turistas, por ejemplo, las TIC permiten una mayor eficiencia a la hora de adaptar y anticipar la prestación de muchos servicios públicos, absorbiendo la sobrecarga del sistema que pueden conllevar.

El sector TIC y las administraciones conocen estos beneficios, aunque no siempre los expliciten. Por otra parte, existen modelos de negocio que maximizarían estos ahorros y que no pueden materializarse por motivos que se analizarán con detalle en el Libro Blanco. Los modelos de negocio capaces de una redefinición que permitan a las ciudades ser más eficaces y eficientes es muy amplia y, con toda seguridad, su número superará las previsiones más optimistas. Muchos de ellos aún no habrán sido formulados.

Para impulsar el surgimiento y difusión de nuevos modelos de negocio que permitan cuantificar y maximizar los ahorros derivados del uso inteligente de la tecnología, se convocarán ayudas de tres tipos:

- **Préstamos en condiciones ventajosas** que, tras valorar la suficiencia financiera del modelo de negocio propuesto, se concederán a los proyectos capaces de financiarse por entero en el periodo de amortización del préstamo. Deberán identificar compromisos de ahorro cuantificables y periodificados, así como mecanismos de cooperación con otros ayuntamientos y la industria, fomentando la interoperabilidad, replicabilidad, sostenibilidad y reutilización de las soluciones y modelos de negocio propuestos.
- **Impulso a la cooperación público-privada**, con ayudas a las ciudades mediante préstamos y subvenciones para proyectos capaces de movilizar inversión privada. Deben ser iniciativas transformadoras que identifiquen los ahorros que se producirán y las mejoras de gestión que deben alcanzarse para una mejor satisfacción de las necesidades de ciudadanos y empresas. En todos los casos, el modelo de negocio deberá ser validado con carácter previo.
- **Compra pública innovadora**. Ayudas para que las ciudades –en cooperación con la industria– presenten proyectos basados en tecnologías o dispositivos no disponibles.

Eje III: Desarrollo y crecimiento de la industria TIC

Se persigue incrementar la aportación del subsector TIC que presta servicios a las ciudades inteligentes al PIB del sector industrial. Con el fin de conseguir el objetivo planteado, se incluyen todas aquellas actuaciones encaminadas a facilitar el desarrollo de las soluciones tecnológicas necesarias para la puesta en marcha de estas iniciativas. Para ello, como medidas horizontales de política industrial, se recogen actuaciones de ayuda a la mejora de la

productividad y competitividad de las empresas, y la internacionalización de las mismas. Las medidas principales serán:

- Elaboración de estudios para el conocimiento de la situación de las empresas del sector TIC vinculadas al ámbito de las Ciudades Inteligentes, con el fin de definir las acciones a llevar a cabo para su mitigación y/o resolución.
- Convocatorias de ayudas públicas a empresas para favorecer desarrollos TIC innovadores, que se puedan implantar en ciudades y destinos turísticos inteligentes. Se desarrollarán en el marco de la AEESD.
- Desarrollo de medidas para la internacionalización de empresas dentro de la política económica recogida en el PNR 2014 y en la Agenda para el fortalecimiento del Sector Industrial.

Eje IV: Comunicación y difusión del Plan Nacional de Ciudades Inteligentes

Asegurar la difusión y comprensión de los principales objetivos, logros y buenas prácticas de las ciudades inteligentes y los destinos turísticos inteligentes. Difusión de las experiencias y actuaciones previstas en el Plan Nacional de Ciudades Inteligentes.

Difusión de experiencias:

- Principales áreas de actuación abordadas y éxitos alcanzados.
- Ventajas y beneficios que se generan a ciudades, ciudadanos, empresas y administraciones.
- Oportunidades para la industria.

Difusión del Plan:

- Interoperabilidad, estándares, indicadores y normas vinculadas a las ciudades y destinos inteligentes.
- Formación de empleados públicos, emprendedores y profesionales de la información.

Objetivos de comunicación:

- Asegurar la comprensión del papel que tienen las tecnologías de la información y las comunicaciones en la mejora de la prestación de los servicios públicos y, por tanto, en la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos, empresas y visitantes.
- Orientar el desarrollo de las ciudades desde procesos participativos que integren a los ciudadanos y a los turistas, fomenten la inclusión y promuevan la perspectiva de género.
- Comunicar la oportunidad de orientar el proceso de construcción de las nuevas ciudades desde soluciones abiertas, interoperables y reutilizables, que aseguren la eficiencia en el uso de los recursos.

El eje incluirá, entre otras iniciativas:

- La creación, en colaboración con otros agentes públicos y privados, de un portal web www.ciudadesinteligentes.gob.es que muestre las realidades locales y las mejores prácticas desarrolladas.
- La difusión y participación en las actividades y buenas prácticas de las ciudades españolas, con el objeto de impulsar la continuidad a sus iniciativas y generar contenidos de valor sobre ciudades inteligentes.
- Realización de actividades de divulgación, formación y asesoramiento a instituciones y empresas sobre la utilización de mecanismos de colaboración público-privada y compra pública innovadora en el desarrollo de las ciudades inteligentes. Sin un adecuado conocimiento que facilite la utilización de dichas fórmulas de contratación, es muy difícil que contribuyan eficazmente al desarrollo de soluciones innovadoras en ese área.¹⁴
- La elaboración de un plan de eventos y jornadas profesionales sobre ciudades inteligentes (2015-2020), que asegure la presencia en todos los actos “globales” sobre este asunto, particularmente el Smart City Expo de Barcelona, el Greencities & Sostenibilidad y el Mobile World Congress.
- Desarrollo de una campaña sobre ciudades inteligentes dirigida a ciudadanos (2015-2020), que impulse la participación en el desarrollo de estas iniciativas. Esta campaña incluirá presencia en medios de comunicación.
- Promoción y difusión de buenas prácticas de los destinos turísticos inteligentes en España, dando así continuidad a sus iniciativas y contribuyendo a articular una red de destinos que ponga en común el valor de sus contenidos.
- Realización de encuentros anuales que los proveedores de infraestructuras, soluciones y servicios TIC puedan utilizar como “market place” y sirvan para hacer pública la contribución de la industria al desarrollo de ciudades y destinos turísticos inteligentes.

Eje V. Seguimiento del Plan, actuación transversal

Asegurar el logro de los objetivos del plan y su ejecución eficaz y eficiente mediante la realización de actividades de seguimiento y evaluación in itinere de las acciones, que permita tener un perfecto conocimiento de los avances y adecuar las acciones a las necesidades y expectativas de los agentes implicados.

En este eje se incluye una única medida que consiste en el establecimiento de una oficina técnica de seguimiento y evaluación de las actuaciones realizadas.

Como actuación transversal, permite organizar y coordinar las distintas iniciativas puestas en marcha en los cuatro ejes anteriores del plan, de forma que se puedan aunar esfuerzos y

¹⁴La DG-CONNECT acaba de poner en marcha un servicio de promoción, formación y asistencia local para gestores públicos interesados en desarrollar mecanismos de contratación innovadores en los estados miembros: <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/news/training-promotion-and-local-implementation-assistance-pcp-and-ppi>

alineando compromisos, buscando una elevada participación de los distintos agentes involucrados por medio de grupos de trabajo mixtos, foros de colaboración público privada, espacios de participación y jornadas de debate sobre el desarrollo de las ciudades inteligentes.

En las labores de control y de difusión se contará con las herramientas de gestión implementadas para el seguimiento de la Agenda Digital para España. También se contará con los trabajos del ONTSI para la obtención de indicadores de seguimiento adecuados y se colaborará, además de con los planes de la ADpE, con la Agenda para el Fortalecimiento del Sector Industrial en España.

La gestión del plan incluye la comprobación continua de su ejecución, la rápida actuación frente a posibles desviaciones y la evaluación y difusión de los resultados obtenidos. Esta función de gestión exige prestar especial atención a las labores de dinamización e incentivación conjunta de empresas, expertos, asociaciones empresariales, proveedores y entidades locales, en la búsqueda de servicios públicos tecnológicamente avanzados y adaptados a las necesidades de los usuarios.

En esta coordinación, además de los distintos organismos del MINETUR afectados, jugarán un papel destacado tanto asociaciones empresariales relacionadas con las tecnologías de la información y las comunicaciones como representantes de las ciudades.

Seguimiento

Para dar soporte a las labores de control, seguimiento y difusión del plan se creará una oficina técnica que realice un seguimiento de las actuaciones, genere información de su realización, facilite asesoramiento continuo, colabore en el diseño y control de los indicadores de impacto y elabore informes periódicos. La oficina de seguimiento prestará un apoyo continuo a los gestores del plan y llevará a cabo las siguientes funciones:

- Recopilación de información sobre la marcha de las distintas medidas: grado de desarrollo, acciones destacadas, puntos críticos, posibles incidencias, etc.
- Identificación de los instrumentos de ejecución y principales hitos.
- Introducción y actualización de la información en las herramientas de gestión habilitadas al efecto.
- Propuesta de creación de indicadores de impacto en los casos que sea posible.
- Coordinación de las iniciativas para evitar duplicidades y para el aprovechamiento de sinergias.
- Estrecha colaboración con medidas de otros planes de la ADpE y con otras iniciativas del MINETUR.
- Intercambio de información permanente con las comunidades autónomas y las entidades locales.
- Comunicación con ciudadanos y otros agentes interesados en el seguimiento del plan.
- Propuesta de acciones de difusión de las medidas y las acciones del Plan Nacional de Ciudades Inteligentes y participación en labores de comunicación.

- Soporte a la elaboración de los informes anuales de revisión que permitan evaluar resultados, redefinir objetivos y ajustar su alcance temporal.

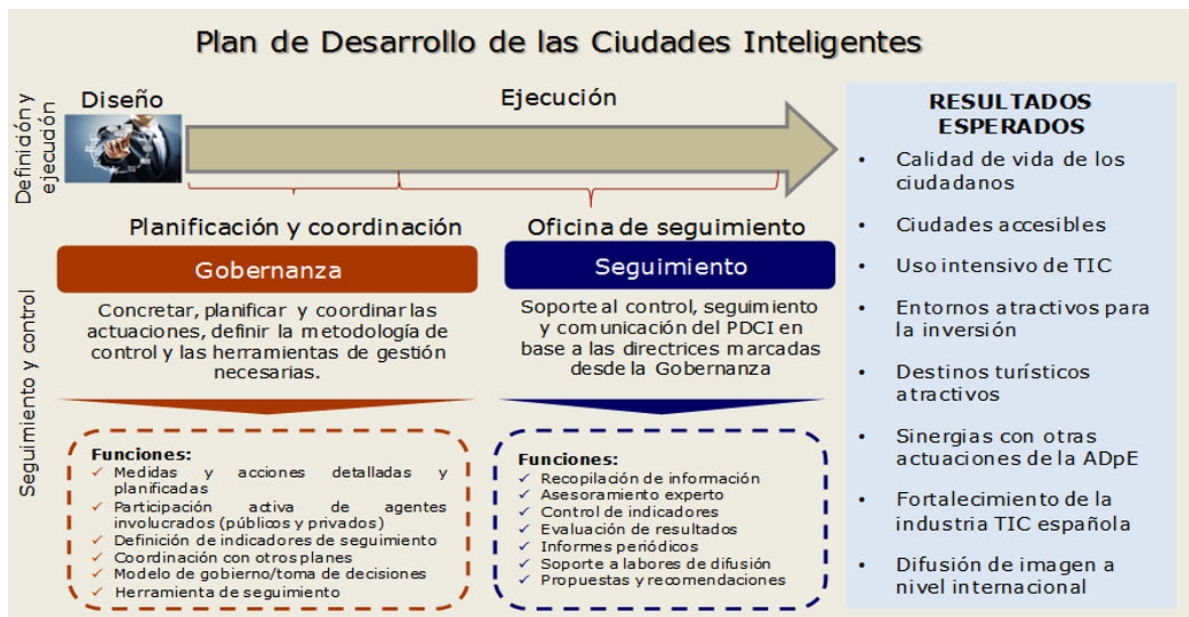


Tabla de ejes y medidas

Plan Nacional de Ciudades Inteligentes		152,9 M€
Eje I: Facilitar a las ciudades el proceso de transformación hacia una ciudad inteligente		74,416 M€
1	<p>Elaboración de un Libro Blanco en materia de ciudades inteligentes.</p> <p>El Libro Blanco ofrecerá una guía para la implantación de los proyectos de ciudades inteligentes que oriente a ciudades e industria. Constará de un informe final que contendrá un catálogo de soluciones y modelos de negocio sostenibles, tecnologías disponibles, métricas, guías de implantación y experiencias más relevantes.</p> <p>Para su elaboración se abordarán diversos estudios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SERVICIOS. La industria tecnológica contribuye a prestar los servicios de forma más eficaz y eficiente, permitiendo la redefinición y enriquecimiento de los mismos. Es necesario determinar: qué servicios se prestan, mediante qué sistemas de gestión, a qué coste y con qué uso de la tecnología. Sólo así podrá establecerse la contribución del sector a la mejora de los servicios y el ahorro o ventajas que comporta su uso. Este conocimiento favorecerá la extensión de estas prácticas y el crecimiento de su industria. • INDUSTRIA. La contribución de las tecnologías debe basarse en un sector industrial vigoroso que genere exportación y empleo, por lo que se hace necesario identificar el subsector que participa en estos proyectos, así como sus características. Debe establecerse la taxonomía y principales magnitudes del sector industrial que presta servicio a las ciudades, así como los factores que potencian e inhiben su crecimiento. • NORMATIVA. La experiencia de las ciudades que han implantado proyectos de Ciudad Inteligente y la reflexión de alguna de sus asociaciones ha identificado como necesaria una reflexión sobre el marco normativo en el que industrias y EELL desarrollan sus actuaciones. Para ello se 	0,416 M€

firmará un convenio con la Abogacía del Estado que, en diálogo con las asociaciones de ciudades e industriales, elaborará un informe sobre esta situación.

- **NORMATIVA TÉCNICA.** Estudios específicos sobre áreas críticas para el desarrollo del sector como la normativa eléctrica para proponer cambios que fomenten infraestructuras convergentes. Actualmente los sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios (Home and Building Electronic Systems) o BACS (Building Automation and Control Systems), están regulados por normas internacionales y el propio Reglamento Eléctrico de Baja Tensión. No obstante, es conveniente analizar la posibilidad de extender la reglamentación de dichos sistemas a otras instalaciones que no sean de viviendas o edificios, como por ejemplo las de alumbrado exterior, las de recarga de vehículos eléctricos, las de generación en baja tensión para aprovechar el despliegue e implantación de dichas instalaciones con el resto de infraestructura que pudiera dar soporte a las Ciudades Inteligentes.
- **INDICADORES.** Elaboración de un estudio y guía metodológica sobre ciudades inteligentes, licitado por 90.669,00 (Red.es).
- **DESTINOS TURÍSTICOS INTELIGENTES.** Puesta en marcha de un estudio específico sobre destinos turísticos inteligentes (SEGITTUR).

Las conclusiones de estos estudios servirán de base para que un amplio abanico de expertos, representantes de la industria y las asociaciones (entre los que se incluirán aquellos que proporcionen una visión de género y de accesibilidad) integren las distintas perspectivas en un documento final que sirva de hoja de ruta para la elaboración de proyectos de ciudades y destinos turísticos inteligentes.

Fases:

- Fase I (febrero 2015). Elaboración de un estudio y guía metodológica sobre ciudades inteligentes, licitado por 90.669,00 (Red.es). En proceso de realización.
- Fase II (abril 2015). Definición y contratación de los diferentes estudios.

	<ul style="list-style-type: none"> • Fase III (mayo-septiembre 2015). Ejecución del proyecto y publicación de los estudios. • Fase IV (octubre 2015) Publicación del Libro Blanco. 	
2	<p>Resolución de 24 de junio de 2014, por la que se convocaba la «Primera convocatoria de ciudades inteligentes de la Agenda Digital para España de la entidad pública empresarial Red.es.</p> <p>Se pondrá en marcha un programa de ayudas al desarrollo de proyectos de ciudades y destinos turísticos inteligentes.</p> <p>Los proyectos se seleccionarán mediante convocatoria pública en la que se primará:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El número de ayuntamientos que presenten conjuntamente el proyecto. • La participación de la industria. • La existencia de hojas de ruta previas a los desarrollos y, en su momento, el alineamiento de las mismas con las propuestas resultantes de los estudios realizados y las propuestas de los distintos grupos de trabajo constituidos en este ámbito: RECI, AENOR, etc. <p><u>Fases:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fase I (junio 2014): Publicación de la primera convocatoria de ciudades inteligentes. Realizado por Red.es. 	15 M €
3	<p>Proyectos para el desarrollo y especialización de ciudades inteligentes (2015-2017).</p>	53 M€
3.1	<p>Iniciativas de Red.es para la realización de proyectos que por la originalidad de su enfoque sistematicen nuevos enfoques o los doten de dimensión suficiente para favorecer un rápido desarrollo industrial (Red.es).</p> <p><u>Fases:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fase I (segundo semestre 2015): Publicación de las convocatorias. 	44 M€
3.2	<p>Promover el desarrollo de proyectos piloto con una marcada especialización turística (SEGITTUR y EOI).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de una red de destinos turísticos inteligentes 	4 M€

	<p>(SEGITTUR-RECI).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de plataformas de destinos turísticos inteligentes: La capacidad de mayor atracción turística y la llegada de turistas brinda de inmensas oportunidades de negocio a los agentes públicos y privados. Acciones de mejora competitiva a través de incorporación de innovación y TIC a Pymes turísticas en colaboración con agentes locales. • Proyectos cooperativos de intercambio de buenas prácticas o herramientas específicos que contribuyan a mejorar la competitividad del sector turístico (SEGITTUR). • Potenciación del proyecto Comparte Iniciativas (desarrollado y gestionado por SEGITTUR). <p><u>Fases:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fase I (abril-julio 2015): Publicación de las convocatorias. 	
3.3	<ul style="list-style-type: none"> • Convocatorias para la incorporación a gran escala de soluciones, principalmente con cierto grado de madurez, que mejoren la eficiencia y la sostenibilidad de la ciudad (IDAE). <p><u>Fases:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fase I (abril 2015-2016): Publicación de las convocatorias. 	5 M€
4	<p>Proyectos para la promoción de la cooperación entre entidades locales y empresas.</p> <p>Para completar el proceso de convocatorias destinadas al desarrollo de proyectos de ciudades inteligentes, se generará una nueva convocatoria en la que se valorarán especialmente que permitan el desarrollo y consolidación de experiencias que puedan ser replicables.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Creación de espacios tecnológicos con entornos TIC interoperables, que permitan el desarrollo de proyectos cooperativos e innovadores facilitando la experimentación, el desarrollo de aplicaciones, el intercambio de buenas prácticas y el uso compartido de herramientas tecnológicas. • Análisis o desarrollos de experiencias de ciudades inteligentes que faciliten el desarrollo y la aplicabilidad de estándares, métricas e indicadores desde la implementación. 	4 M€

	<ul style="list-style-type: none"> • El desarrollo de herramientas de evaluación de resultados, transferencia, replicabilidad y escalabilidad de tecnologías. • Proyectos cooperativos de intercambio de buenas prácticas o herramientas basados en la interoperabilidad. <p><u>Fases:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fase I (septiembre 2015): Publicación de la convocatoria 	
5	Lanzadera para la detección e implantación de soluciones innovadoras de ciudades inteligentes.	1,5 M€
5.1	<p>Crear un lugar de encuentro para que empresas, universidades, ciudadanos, ciudades y otras administraciones compartan experiencias, y experimenten con proyectos pilotos innovadores utilizando datos reales. Se impulsará un espacio en el que la innovación y la puesta a disposición de soluciones en el mercado estén muy próximas. Para ello, en cooperación con el resto de los actores, se realizarán convocatorias en las que se seleccionarán experiencias que puedan implementarse experimentalmente (Red.es).</p> <p><u>Fases:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fase I (abril – mayo 2015): Diseño del proyecto. • Fase II (junio – octubre 2015): Convocatoria. • Fase III (2016): Implantaciones. 	1 M€
5.2	<p>Laboratorio Urbano / Urban Lab. Proyecto de apoyo a emprendedores y pymes desde la germinación de una idea hasta la salida al mercado de un producto o un servicio, orientado siempre, a su aplicación en el ámbito de una ciudad inteligente. Incorporando actuaciones de asesoramiento, monitorización y validación de los productos o servicios (EOI).</p> <p><u>Fases:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fase I (abril – octubre 2015): Ejecución de actuaciones. 	0,5 M€
6	<p>Promoción de las actuaciones de estandarización en el ámbito de las Ciudades Inteligentes.</p> <p>Un aspecto fundamental para la implantación eficaz y eficiente de las ciudades inteligentes es la estandarización de tecnologías, el impulso a la interoperabilidad y el establecimiento de indicadores</p>	0,5 M€

	<p>de satisfacción ciudadana y de los visitantes, de mejoras en la gestión, costes y calidad de los servicios. Con el objetivo de favorecer este proceso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apoyar la interoperabilidad. • Apoyar la elaboración de un sistema de indicadores que permita orientar esfuerzos y medir resultados a las ciudades en áreas como el desarrollo de la industria, el turismo, la accesibilidad y la visión de género. • Incrementar el seguimiento de las comunidades de desarrollo en torno a aplicaciones desarrolladas de fuentes abiertas para la mejora de la gestión de las ciudades y los destinos. • Fomento y seguimiento de iniciativas relacionadas con el desarrollo de ontologías semánticas. • Potenciar la participación de la SETSI en foros de estandarización internacionales y difusión de las normas generadas por los grupos de trabajo en los que participa. • Estudio sobre los niveles de interoperabilidad de las principales plataformas implantadas en ciudades inteligentes. • Acciones de difusión de las normas disponibles que afecten a ciudades inteligentes. • Estudios sobre situación real de la interoperabilidad. <p><u>Fases:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fase I. Actuaciones continuas (Red.es). 	
Eje II: Proyectos demostradores de la eficiencia de las TIC en la reducción de costes, mejoras en la satisfacción ciudadana y creación de nuevos modelos de negocio		65,5 M€
7	<p>Ayuda al desarrollo de nuevos modelos de negocio basados en las mejoras de eficiencia que conlleva el uso de tecnología.</p> <p>El uso inteligente de las TIC permite aminorar los gastos que conlleva la prestación de muchos servicios públicos y permite gestionar de forma más eficiente la estacionalidad que provoca la afluencia de turistas. Estos efectos positivos sólo se demuestran cuando se redefine el modelo de prestación de los mismos. Para impulsar el surgimiento y difusión de modelos de negocio que permitan cuantificar y maximizar los ahorros derivados del uso</p>	52 M€ préstamos 13,5 M€ subvención

	inteligente de la tecnología, así como mejorar su respuesta a la estacionalidad de la demanda, se convocarán ayudas de tres tipos:	
7.1	<p>Préstamos en condiciones ventajosas que se concederán, tras estudiar el modelo de negocio propuesto, a aquellos proyectos que satisfagan los requerimientos establecidos por el Plan Nacional de Ciudades Inteligentes: compromisos de ahorro cuantificables y periodificados, mejoras contrastadas en la gestión de los servicios públicos, interoperabilidad, cooperación con otros ayuntamientos y la industria, reutilización, etc. Los proyectos deberán ser capaces de financiarse por entero en el periodo de amortización del préstamo.</p> <p><u>Fases:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fase I. Mayo-junio 2015. Definición de la medida y acuerdo con los agentes (SETSI-Red.es). • Fase II. Convocatoria marzo-octubre 2016 (Red.es). 	<p>40 M€ préstamos</p>
7.2	<p>Impulso a la participación público-privada, ayudas a los ayuntamientos mediante préstamos y subvenciones para proyectos capaces de movilizar inversión privada. Deben ser proyectos transformadores que identifiquen los ahorros que se producirán y las mejoras de gestión que deben alcanzarse para una mejor satisfacción de las necesidades de ciudadanos, turistas y empresas. En todos los casos, el modelo de negocio deberá ser validado por un banco con carácter previo a la tramitación.</p> <p><u>Fases:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fase I. Mayo-junio 2015. Definición de la medida y acuerdo con los agentes (SETSI-Red.es). • Fase II. Convocatoria marzo-octubre 2016 (Red.es). 	<p>8 M€ subvención 12 M€ préstamos</p>
7.3	<p>Compra pública innovadora. Ayudas para que los Ayuntamientos, tras identificar oportunidades en el mercado, presenten proyectos basados en tecnologías o dispositivos no disponibles.</p> <p><u>Fases:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fase I. Mayo-junio 2015. Definición de la medida y acuerdo con los agentes (SETSI-Red.es). 	<p>5 M€ subvención</p>

	<ul style="list-style-type: none"> Fase II. Convocatoria marzo-octubre 2016 (Red.es). 	
7.4	<p>Uso inteligente para aminorar los gastos que conlleva la prestación de los servicios públicos y el uso más eficiente del agua y la energía (EOI).</p> <p><u>Fases:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Fase I. Mayo-junio 2015. Definición de la medida y acuerdo con los agentes (SETSI-Red.es). 	0,5M€
Eje III: Desarrollo y crecimiento de la industria TIC aplicada a las ciudades inteligentes		11,7 M€
8	<p>Ayudas a la I+D en torno a las ciudades inteligentes.</p> <p>Convocatorias de ayudas públicas a empresas para favorecer desarrollos TIC innovadores que se puedan implantar en ciudades y destinos turísticos inteligentes. Se desarrollarán en el marco de la AEESD (SETSI).</p> <p><u>Fases:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Fase I (septiembre 2015): Publicación de las convocatorias 2015. Fase II (marzo 2016): Publicación de las convocatorias. 	10 M€
9	<p>Fomento de la internacionalización en materia de ciudades y destinos turísticos inteligentes.</p> <p>El objetivo es aprovechar al máximo la oportunidad de creación de empleo y riqueza que supone el mercado global de soluciones para ciudades inteligentes en coordinación con las actuaciones que realizan el ICEX y SEGITTUR.</p> <ul style="list-style-type: none"> Se aplicarán de forma específica al ámbito de ciudades y destinos inteligentes las medidas del Plan de Internacionalización de la Agenda Digital. Se proporcionará a las EELL en las que se hayan desarrollado casos de éxito las condiciones y soporte necesario para que jueguen un papel activo participando en jornadas y seminarios de organizaciones y organismos internacionales. Para ello se realizará un seguimiento de las iniciativas para seleccionar las que se consideren más interesantes. Se fomentará la presencia de las EELL en las que se hayan desarrollado casos de éxito en viajes institucionales o encuentros empresariales. 	1,5 M€

	<ul style="list-style-type: none"> • Participación en “Smart City Expo World Congress” y el Foro Green Cities- Tikal de EOI. • Fomento de la participación en Ferias y Jornadas internacionales, con especial énfasis en Latinoamérica. • Proyectos conjuntos con RECI y SEGITTUR en Portugal y América Latina donde ya existen proyectos en marcha en los ámbitos de innovación y destinos turísticos inteligentes. <p><u>Fases:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fase I (abril 2015): Creación del equipo de trabajo responsable y puesta en marcha de los trabajos y DDD. • Fase II (diciembre 2016): Informes de seguimiento de las actividades realizadas y conclusiones propuestas. 	
10	<p>Evaluación y seguimiento tecnológico de las iniciativas de ciudades inteligentes.</p> <p>Se pondrán en marcha acciones para:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Constitución del Consejo Asesor de Ciudades Inteligentes. Un Consejo presidido por el ministro en el que estarán representadas todas las áreas implicadas en el desarrollo de ciudades y destinos turísticos inteligentes, RECI, representantes de la industria y expertos con objeto de coordinar esfuerzos, informar y aprobar recomendaciones. • Se creará una comisión de seguimiento de los proyectos beneficiados con las ayudas para documentar y evaluar las soluciones desarrolladas, facilitando su conocimiento y reutilización. <p><u>Fases:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fase I (abril 2015): Constitución del equipo de trabajo y de la iniciativa. • Fase II (julio 2015): Constitución del Consejo Asesor de Ciudades Inteligentes y aprobación de su plan de trabajo. 	0,2 M€
Eje IV: Comunicación y difusión del Plan Nacional de Ciudades Inteligentes		0,775 M€
11	<p>Creación de un portal de información www.ciudadesinteligentes.gob.es</p> <ul style="list-style-type: none"> • El portal creará un canal de participación de todos los agentes, para poner en común experiencias y comunicar las mejores prácticas. Integrará diversas vistas y accesos 	0,25 M€

	<p>diferenciados vinculados a ciudadanos, empresas, entidades locales y trabajadores públicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se coordinará con otras iniciativas públicas relacionadas, orientadas a la reutilización de aplicaciones y servicios desarrollados por las administraciones públicas, con el fin de potenciar la reutilización de las soluciones que sean objeto de difusión. Existirá un apartado específico relativo a destinos turísticos inteligentes. • Colaboración con el Smart City Expo World Congress. <p><u>Fases:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fase I: Diseño y desarrollo del portal según requerimientos definidos (mayo 2015). • Fase II: Puesta en producción y despliegue de los servicios del portal (septiembre 2015). • Fase III: Mantenimiento evolutivo de la infraestructura y servicios (2016). 	
12	<p>Plan de eventos formativos y jornadas profesionales sobre Ciudades Inteligentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En colaboración con las entidades locales y la industria, se definirá un plan de formación que prestará especial atención a las experiencias más relevantes en la definición, contratación, prestación y evaluación de los servicios; a sus fórmulas de gestión, y a las tecnologías utilizadas. Acciones de difusión de experiencias y distribución de los contenidos generados por las mismas (Red.es). • Elaboración, en colaboración con EOI, de cursos MOOC sobre ciudades y destinos turísticos inteligentes (EOI). <p><u>Fases:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fase I (abril-mayo de 2015): Creación de un grupo de trabajo que establezca el plan anual. • Fase II (julio 2015): Generación del Mooc sobre ciudad y destino turístico inteligente (EOI). • Fase III (2015-2016): Celebración y participación en eventos programados. 	0,525 M€
Eje V.- Actuaciones transversales de seguimiento del Plan		0,50 M€
13	Oficina técnica de apoyo y soporte a la implementación del Plan	0,25 M€ al año

	<p>Nacional de Ciudades Inteligentes.</p> <ul style="list-style-type: none">• Se instrumentará en la SETSI una oficina técnica de seguimiento y apoyo a la ejecución del plan. Entre las funciones previstas que deberá desarrollar figuran las siguientes:• Soporte en la planificación de la ejecución de las actuaciones del plan y a la periodificación del logro de los objetivos.• Soporte en la definición del alcance y contenido de las actuaciones.• Soporte en el control de la ejecución y coordinación de los informes generados por los distintos proyectos.• Realización de informes de seguimiento de la ejecución del plan. <p><u>Fases:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Fase I (abril 2015). Definición de las actuaciones y lanzamiento de la contratación.• Fase II (septiembre 2015). Despliegue de la oficina técnica.• Fase III (2016-2017). Continuidad de las actuaciones.	
--	--	--

Indicadores de ejecución

Según se recoge en el apartado de ejecución y gobernanza de la Agenda Digital para España: “la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información (SETSI) realizará el seguimiento de los planes específicos y de los planes de acción anuales, así como la verificación de su ejecución, la evaluación de los resultados y la difusión de los mismos.” Se establece, igualmente, que “el Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y la Sociedad de la Información (ONTSI) realizará el seguimiento periódico de los objetivos clave mediante el sistema de indicadores establecido por la Agenda Digital para Europa, atendiendo a sus posibles revisiones futuras e incorporando indicadores específicos para los objetivos de España”.

El seguimiento de los distintos ejes y medidas del Plan Nacional de Ciudades Inteligentes se realizará mediante el control de los instrumentos utilizados para su realización (informes, firma de convenios, etc.) y el establecimiento de indicadores de ejecución de las actuaciones, siempre que resulte posible.

Adicionalmente, la primera medida del plan recoge la “Elaboración de un Libro Blanco en materia de ciudades inteligentes”, entre cuyos objetivos figura la elaboración de los indicadores que permitan medir la consecución de los objetivos propuestos por el Plan Nacional de Ciudades Inteligentes.

En la tabla siguiente se recogen las distintas medidas contempladas en el Plan, los principales instrumentos a emplear para su realización y sus indicadores ejecución.

MEDIDA	INSTRUMENTO	INDICADORES DE EJECUCIÓN
1 Elaboración del Libro Blanco.	Estudio e informes.	Nuevas propuestas de actuación. Generación de métricas e indicadores.
2 Primera convocatoria de ciudades inteligentes.	Convocatoria de ayudas.	Nº de peticiones. Nº de asignaciones. Importe concedido. Áreas de actuación propuestas.
3 Proyectos para el desarrollo y especialización.	Proyectos.	Nº de proyectos propuestos. Características de los proyectos: áreas, cuantía, tipo de industria implicada, modelos de negocio utilizados.
4 Proyectos para la promoción de la cooperación entre entidades locales y empresas.	Proyectos.	Nº de proyectos propuestos y proyectos aprobados. Tipo de colaboración propuesta y resultados obtenidos.
5 Lanzadera de soluciones inteligentes.	Convocatoria de soluciones.	Nº experiencias que pueden implementarse. Tipo de soluciones y resultados de la implantación.
6 Promoción de las	Normativa.	Nº de normas publicadas.

actuaciones de estandarización.		Nº implantaciones. Evaluación de los resultados de implantación.
7 Ayuda al desarrollo de nuevos modelos de negocio basados en la mejora de la eficiencia por el uso de tecnología.	Convocatoria de ayudas. Evaluación soluciones.	Nº de peticiones. Tipo y volumen de los proyectos presentados. Nº asignaciones. Importe concedido: préstamos y subvenciones. Capital movilizado.
8 Ayudas a la I+D en torno a ciudades inteligentes.	Convocatoria de ayudas públicas.	Nº de peticiones. Nº asignaciones. Importe concedido. Análisis de la convocatoria.
9 Fomento de la internacionalización.	Colaboración con el plan de internacionalización.	Nº de iniciativas. Nº ferias y jornadas internacionales, resultados y tipo de beneficiarios. Nº de proyectos conjuntos con RECI y SEGITTUR.
10 Evaluación y seguimiento tecnológico de iniciativas.	Normativo.	Constitución consejo asesor. Plan de trabajo. Memoria de gestión.
11 Creación de un portal.	Herramienta tecnológica.	Disponibilidad del portal. Nº de usuarios. Nº de páginas visitadas.
12 Plan de eventos formativos y jornadas profesionales sobre ciudades inteligentes.	Plan de acción de difusión.	Elaboración del plan. Nº de eventos programados. Nº de participantes y grado de satisfacción.
13 Oficina técnica de apoyo y soporte a la implementación del plan.	Herramientas de gestión.	Nº de informes de seguimiento.