



## Movilidad inteligente. Implantación de un sistema inteligente de aparcamiento en espacios libres en la ciudad de Vigo

**Autor:** Luis Espada Recarey

**Institución:** Valedor do Cidadán - Concello de Vigo

**Otros autores:** Víctor Manuel Martínez Cacharrón (Ingeniero industrial); Eduardo José Rodríguez Crespo (Ingeniero industrial); Guillermo Rey González (Ingeniero industrial)

## Resumen

La búsqueda de un lugar de aparcamiento en el núcleo urbano de cualquier ciudad conlleva efectos que producen una pérdida o disminución de la calidad de vida de la ciudadanía, incrementando el tiempo y distancia empleados en los desplazamientos urbanos. Los efectos más habituales asociados a la búsqueda de aparcamiento son la contaminación acústica, vibratoria y atmosférica; la congestión, inseguridad e indisciplina vial; la ocupación del espacio público por los vehículos; el incremento del consumo energético y el impacto visual de los automóviles en la ciudad.

Para dar solución a esta problemática en la ciudad de Vigo se ha desarrollado un proyecto de implantación de un sistema inteligente de aparcamiento en espacios libres a partir de dos etapas diferenciadas. En la primera de ellas, se ha realizado un estudio detallado de los tiempos de estacionamiento en catorce zonas representativas del entramado urbano. La segunda, a partir de las conclusiones de la primera, recoge el desarrollo de una propuesta en el ámbito de la Smart City que mejore los resultados de los parámetros considerados en el estudio, aplicando un sistema de aparcamiento inteligente en una de las zonas más críticas entre las evaluadas.

Para conocer la situación del aparcamiento urbano de la ciudad de Vigo se han analizado los siguientes parámetros: el tiempo medio de localización de un lugar libre de estacionamiento (global y por zonas) y las tasas de ocupación de las plazas de carga y descarga y de aquellas reservadas a personas con movilidad reducida. Analizados estos parámetros, la mejora que se propone para su reducción es la implantación de un Sistema de Aparcamiento Inteligente.

La propuesta consiste en instalar en una zona piloto (la más crítica de las evaluadas) una serie de sensores en cualquier tipo de plaza (rotación/zona azul, carga y descarga o destinadas a personas con movilidad reducida). La comunicación con los usuarios para informar sobre el número de plazas libres disponibles en la zona se realiza a partir de carteles luminosos en las entradas de las calles y con una aplicación móvil desarrollada al efecto. La técnica y metodología empleadas pueden ser aplicadas en cualquier otra ciudad.

**Palabras clave:** aparcamiento, smart city, sistema inteligente de transporte

## 1. Definición y caracterización de las ciudades inteligentes (smart cities)

Según el estudio "*Mapping smart cities in the EU*", publicado en enero de 2014 por el Parlamento Europeo, una ciudad inteligente (Smart City) es aquella que intenta abordar los asuntos de interés público mediante el uso de medidas innovadoras, apoyándose en el uso de las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC) y sobre una iniciativa conjunta de partes interesadas con base municipal.

En este estudio, que continúa la línea de análisis realizada en 2007 en el trabajo *European Smart City Project*, se hace hincapié en el hecho de que una ciudad inteligente es aquella en la que se ha implantado al menos una iniciativa relacionada con una o más de los siguientes seis características o ámbitos concretos: administración inteligente, ciudadanía inteligente, vivir de forma inteligente, movilidad inteligente, economía inteligente y entorno inteligente.

Este estudio también clasifica las iniciativas *smart* según su nivel de "madurez", es decir, teniendo en cuenta hasta qué punto se ha llegado a implantar dicha iniciativa en la ciudad y el nivel de consecución de los objetivos que se habían fijado. Tales iniciativas se pueden poner en relación con alguna o con varias de las seis características de las ciudades inteligentes descritas anteriormente. Una iniciativa puede ser característica de un solo ámbito específico o, en cambio, puede tener efectos en varios ámbitos.

El grado de madurez de las iniciativas se puede clasificar por niveles, de forma que el nivel 1 correspondería a la situación de una ciudad en la cual se ha planificado alguna estrategia de ciudad inteligente, o algunas medidas políticas encaminadas a ese fin, pero que aún no han llegado a implantarse. Un nivel de madurez 2 se alcanzaría cuando, además del nivel 1, en una ciudad se ha programado ya un proyecto global o unas líneas concretas de actuación. El nivel 3 se consigue cuando, tras haber alcanzado el nivel 2, se empiezan a realizar pruebas piloto de los proyectos *smart* en la ciudad. Por último, el nivel 4 se otorgaría a una ciudad que ya ha conseguido el pleno funcionamiento de, al menos, una iniciativa de tipo inteligente.

Las ciudades que no habían alcanzado el nivel de madurez 1 no fueron calificadas como *smart* al no haberse registrado ninguna actividad relacionada con alguna de las características mencionadas. En las ciudades en las que los proyectos o las iniciativas registraron distintos niveles de madurez, se otorgó el nivel más alto de madurez a la ciudad como conjunto.

El trabajo analiza un total de 468 ciudades europeas de, al menos, 100 mil habitantes, de las cuales 240 (51,3%) fueron clasificadas como ciudades inteligentes. Esta proporción muestra la importancia e impulso que el movimiento *smart* ha alcanzado en Europa durante los últimos años. De hecho, más de dos tercios de las ciudades participantes en el estudio se hallan todavía en la fase de planificación o de pruebas piloto.

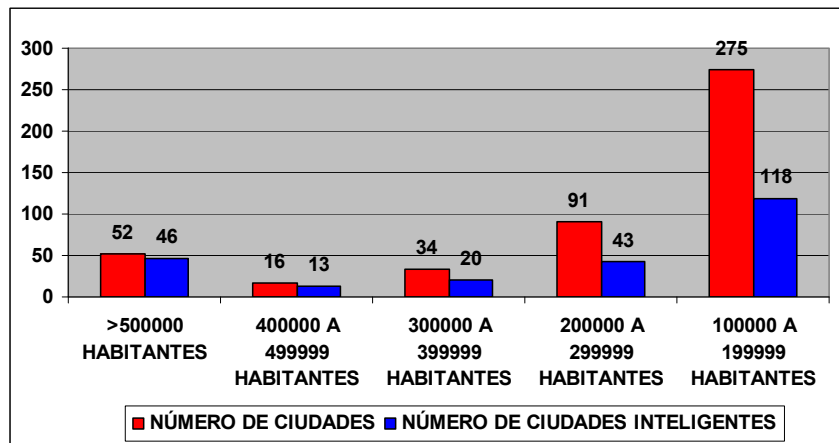
Un análisis más detallado de la muestra evaluada permite concluir que, de manera directa o indirecta, más del 90% de las iniciativas *smart* están dirigidas a cumplir los objetivos previstos en la Estrategia Europa 2020 (empleo, inclusión social y reducción de la pobreza, barrios inteligentes,...).

Tendencias más importantes:

a) Sobre el grado de implantación

- El 88,5% de las 52 ciudades de más de 500.000 habitantes de los Estados miembros de la Unión Europea han implantado algún tipo de iniciativa de ciudad inteligente. Puede afirmarse que la ciudad inteligente es un fenómeno característico de las urbes más grandes, disminuyendo su proporción a medida que se reduce el tamaño de éstas.
- El 43% de las ciudades con una población entre 100.000 y 200.000 habitantes desarrollaron alguna iniciativa en el ámbito *smart city* y trabajan para la consecución del proyecto.

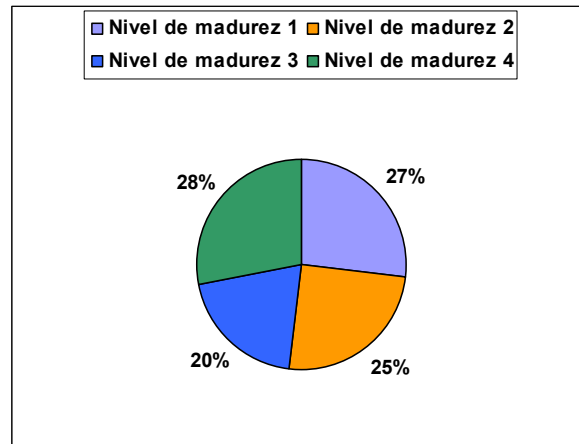
Proporción de ciudades con iniciativas inteligentes en relación con las ciudades europeas:



b) Sobre el nivel de madurez

- Presenta una distribución relativamente uniforme, pues alrededor del 50% de las ciudades no han comenzado todavía la fase de experimentación o prueba piloto.
- Casi la mitad de las ciudades consideradas como inteligentes están implantando de forma activa algún tipo de iniciativa.

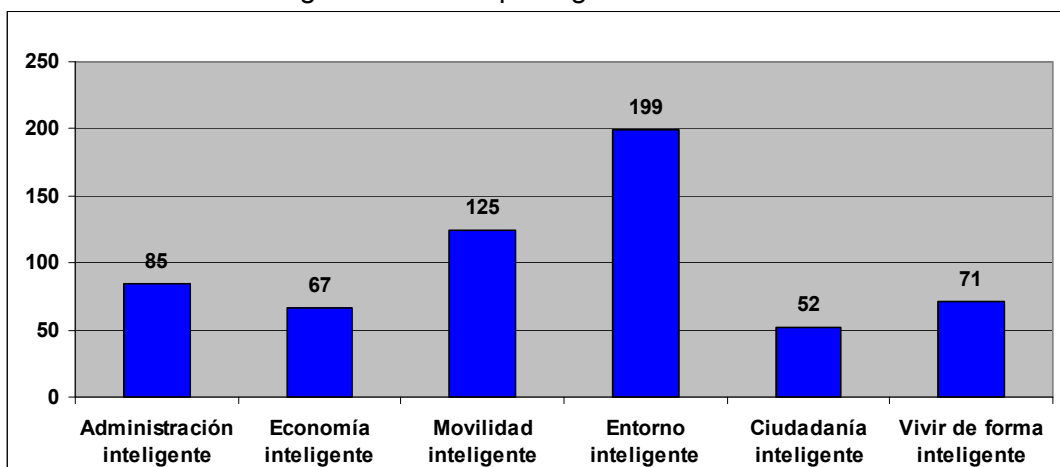
Distribución de los niveles de madurez de las iniciativas inteligentes:



c) Sobre el tipo y número de características implantadas

- El 34% de las ciudades inteligentes albergan iniciativas relacionadas con una sola característica *smart* mientras que la mayoría (2/3) lleva a cabo proyectos relacionados con más de una característica (promedio de 2,5 por ciudad).
- Las iniciativas *smart city* relacionadas con el Entorno Inteligente/*Smart Environment* (33%) son las que tienen más representación, seguidas de las asociadas a la Movilidad Inteligente/*Smart Mobility* (21%)
- El resto de características están distribuidas de forma más uniforme, registrando un porcentaje de cobertura de alrededor del 10% en todas las ciudades.
- El número total de iniciativas inteligentes es mayor que el número de ciudades dado que en una ciudad se pueden llevar a cabo proyectos relacionados con más de una característica *smart*.

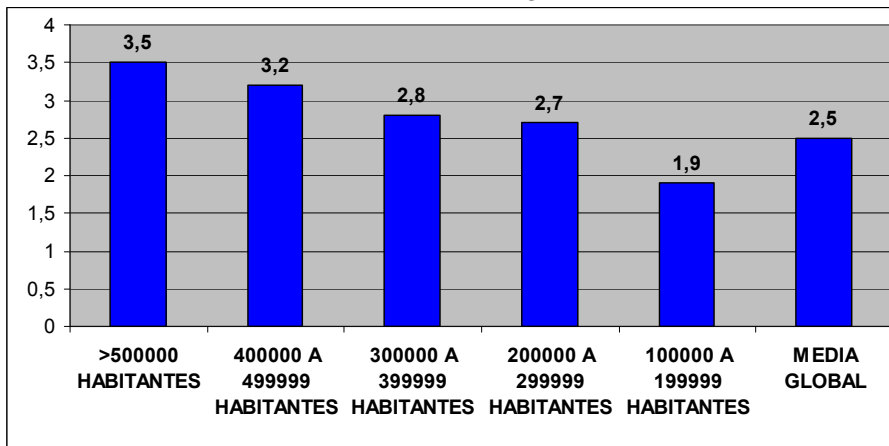
Número de ciudades inteligentes en Europa según las seis características de *Smart City*:



Fuente: *Mapping smart cities in the EU*

- Existe una clara relación entre el tamaño de la ciudad y la cantidad de características *smart* implantadas: las ciudades más grandes, al disponer de más recursos, pueden desarrollar iniciativas inteligentes.

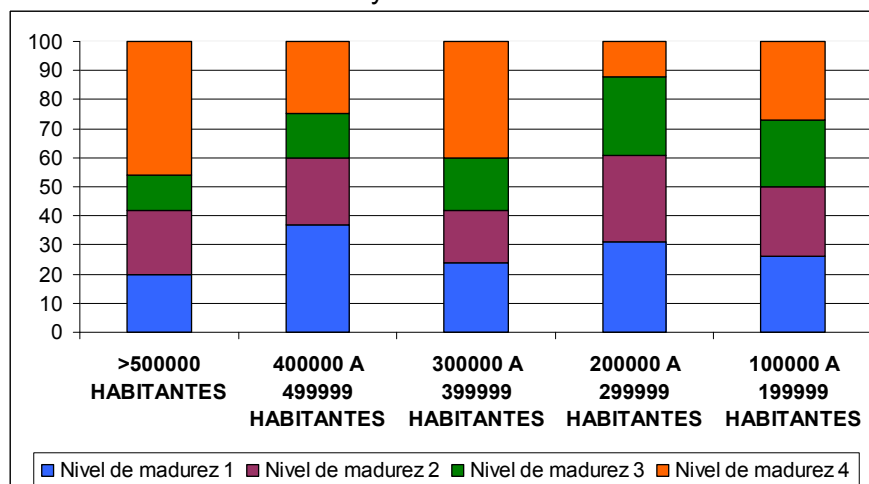
Promedio de características *Smart* según el tamaño de la ciudad



Fuente: *Mapping smart cities in the EU*

- Existe una relación entre el tamaño de la ciudad y el nivel de madurez de las iniciativas inteligentes: las ciudades más grandes suelen tener una mayor presencia y mejor distribución de características *smart* que la media de ciudades mientras que las más pequeñas tienden a centrarse fundamentalmente en dos características *smart* (movilidad y medioambiente).

Relación entre el tamaño de la ciudad y el nivel de madurez de las iniciativas inteligentes



Fuente: *Mapping smart cities in the EU*

Este hecho refuerza la idea de que son probablemente las ciudades de mayor tamaño las que presentan proyectos e iniciativas más ambiciosas, debido a la mayor capacidad para obtener recursos e influencias políticas, mientras que las ciudades más pequeñas tienden a centrar sus proyectos preferentemente en las características más comunes.

## 2. Situación en la Unión Europea

En el año 2013 Boyd Cohen, experto en sostenibilidad urbana que el año anterior había publicado la lista de las 10 ciudades más inteligentes del mundo<sup>1</sup>, dio a conocer su clasificación de las 10 ciudades más inteligentes de Europa, con el siguiente resultado: Copenhague, Estocolmo, Ámsterdam, Viena, París, Berlín, Londres, Barcelona, Munich y Frankfurt.

El estudio *Mapping Smart Cities in the EU* (2014) también recoge una clasificación de las ciudades inteligentes que evalúa el éxito de sus iniciativas *smart* en función de tres criterios: un planteamiento inicial claro, la participación de los principales agentes involucrados y una eficiente y efectiva organización de sus procesos. Así, las ciudades con mejor puntuación son Ámsterdam, Barcelona, Copenhague, Helsinki, Manchester y Viena.

Este estudio muestra el grado de cobertura de las características que componen las ciudades inteligentes según las iniciativas puestas en funcionamiento por cada ciudad participante. Muchas de estas iniciativas de éxito se basan en el sistema de sensores que pueden estar integrados en las infraestructuras de la ciudad o ser móviles, pudiendo ser transportados por las propias personas.

La siguiente tabla muestra la distribución por países de las ciudades inteligentes europeas en función de las características *smart* desarrolladas:

Característica	Proyectos	Países
Movilidad	125	Reino Unido, Alemania, Países Bajos, España, Austria, Hungría, Rumanía e Italia.
Administración	85	Francia, España, Países Bajos, Reino Unido, Alemania, Italia y Suecia Grecia, Rumanía, Hungría, Polonia, Estonia y Dinamarca
Economía	67	Alemania, España, Italia, Reino Unido Suecia, Países Bajos, Bélgica y Francia
Medioambiente	199	España, Reino Unido, Italia, Países Bajos, Bélgica y países nórdicos
Forma de vida	71	España, Italia y Reino Unido Austria, Rumanía, Benelux, Alemania y países nórdicos
Ciudadanía	52	Norte de España, Italia, Alemania, Reino Unido Francia, Suecia y Benelux

## 3. Situación en España

El estudio *“Smart Cities – Ranking of European medium size cities”* (2007), centrado en el desarrollo de iniciativas inteligentes en 70 ciudades europeas de tamaño medio, incluye una lista con la posición de cada ciudad en función de los seis tipos de características *smart city*. En esa clasificación se encontraban las ciudades de Pamplona, Valladolid y Oviedo, ocupando la posición 41º, 43º y 50º, respectivamente.

<sup>1</sup> Según este experto, el ranking de las 10 ciudades más inteligentes del mundo eran Viena, Toronto, París, Nueva York, Londres, Tokio, Berlín, Copenhague, Hong Kong y Barcelona.

En el estudio “*Análisis de las Ciudades Inteligentes en España*” realizado en 2011 por la firma IDC también incorpora una valoración de las *smart cities* en función de una serie de indicadores, ocupando las cinco primeras posiciones las ciudades de Málaga, Barcelona, Santander, Madrid y San Sebastián.

En una actualización de ese estudio realizada en 2012 sobre una base de ciudades con más de 150.000 habitantes, se elaboró una nueva clasificación en función de las iniciativas *smart* implantadas, su madurez y logros alcanzados. A tenor de los resultados obtenidos, las cinco mejores ciudades inteligentes españolas eran Barcelona, Santander, Madrid, Málaga y Bilbao.

## **IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA INTELIGENTE DE APARCAMIENTO EN ESPACIOS LIBRES EN LA CIUDAD DE VIGO**

El proyecto de implantación de un sistema inteligente de aparcamiento en espacios libres como el que se propone en este estudio para la ciudad de Vigo requiere dos partes diferenciadas. En la primera de ellas, realizar un estudio previo detallado de los tiempos de estacionamiento en catorce zonas representativas del entramado urbano. La segunda parte, a partir de las conclusiones de la primera, recoge el desarrollo de una propuesta en el ámbito de la *Smart City* que mejore los resultados de los parámetros considerados en el estudio, aplicando un sistema de aparcamiento inteligente en una de las zonas más críticas entre las evaluadas.

### **PRIMERA PARTE: Estudio de los tiempos de aparcamiento urbano en los espacios libres de la ciudad de Vigo**

#### **1. Análisis de la situación**

La búsqueda de un lugar de aparcamiento en el núcleo urbano de cualquier ciudad conlleva efectos que producen una pérdida o disminución de la calidad de vida de la ciudadanía; circunstancia reflejada, principalmente, en el aumento del tiempo empleado en los desplazamientos urbanos. Los efectos más habituales asociados a la búsqueda de aparcamiento son la contaminación acústica, vibratoria y atmosférica; la congestión, inseguridad e indisciplina vial; la ocupación del espacio público por los vehículos; el incremento del consumo energético y el impacto visual de los automóviles en la ciudad.

El desarrollo de una planificación encaminada a la mejora de la movilidad urbana requiere, fundamentalmente, el diseño de iniciativas concretas de movilidad sostenible que incidan en la gestión del aparcamiento urbano en los espacios libres y contribuyan, de ese modo, a la reducción de los tiempos medios de búsqueda de un lugar de aparcamiento.

Para desarrollar esta planificación es imprescindible conocer previamente, mediante cuantificación y zonificación, y a partir de mediciones reales, aquellos parámetros e indicadores cuyo análisis permitirán incidir sobre las variables que afectan a los tiempos medios de búsqueda de un lugar de aparcamiento en el núcleo urbano de una ciudad como Vigo.



Para conocer la situación del aparcamiento urbano de la ciudad de Vigo se han analizado los siguientes parámetros:

- El tiempo medio de localización de un lugar libre de estacionamiento:
  - o En la ciudad.
  - o Por zonas.
  - o Según el tramo horario.
  - o En distintas zonas de la ciudad, según el tramo horario.
- La tasa de ocupación de plazas reservadas para actividades de carga y descarga.
- La tasa de ocupación de plazas para personas con movilidad reducida.

## 2. Metodología

El trabajo de campo, desarrollado en dos fases<sup>2</sup>, se ha realizado siguiendo un procedimiento estándar consistente en tomar un punto de referencia por zona. Para la medición del tiempo de estacionamiento se ha partido de dicho punto, buscando en coche un lugar de aparcamiento en las calles más próximas al punto de referencia, y tomando como distancia máxima válida la equivalente a la obtenida caminando durante diez minutos a pie desde el punto de referencia hasta el lugar de aparcamiento.

Asimismo, en cada recorrido se ha observado la tasa de ocupación de las plazas reservadas para las actividades de carga y descarga, así como las de uso exclusivo para personas con movilidad reducida (PMR).

### Zonificación

Las catorce zonas evaluadas del municipio de Vigo abarcan no sólo una gran parte del núcleo urbano central de la ciudad, sino una parte representativa de todo el entramado urbano vigués, tal como se refleja en el siguiente mapa:



<sup>2</sup> La primera de ellas entre septiembre-octubre de 2013 y la segunda entre marzo-abril de 2014.

### Puntos de referencia

A continuación se muestran las zonas de influencia y sus puntos de referencia correspondientes:

ZONA	Punto de referencia
1. Torrecedeira	Parque Camilo José Cela
2. Centro	R. García Barbón nº 1
3. Casablanca	Centro Comercial
4. Fátima	Clínica
5. Florida	Av. Florida nº 60
6. Povisa	Hospital
7. Isaac Peral	Rotonda de Isaac Peral
8. Martínez Garrido	Sede de la EOI
9. Estación de Autobuses	Estación de Autobuses
10. Teis	Mercado de Teis
11. Balaídos	Estadio de fútbol
12. Pr. da Industria	Pr. de Eugenio Fadrique
13. PAU de Navia	Rotonda central
14. Bouzas	Pr. Suárez Llanos

### División del día en períodos horarios

Para obtener una muestra representativa, el día se ha dividido en seis períodos horarios:

Tramo 1:	9-10 horas	Primera hora de la mañana
Tramo 2:	11-12 horas	Media mañana
Tramo 3:	13-14 horas	Última hora de la mañana
Tramo 4:	16-17 horas	Primera hora de la tarde
Tramo 5:	18-19 horas	Media tarde
Tramo 6:	20-21 horas	Última hora de la tarde

### **3. Resultados**

	Localización de una plaza libre (min:seg)	Zona de carga y descarga (% ocupación)	Plazas reservadas para PMR (% ocupación)
Media	4:46	67	50,9
Día laborable	5:21	-	54,3
Sábado	4:50	-	43,4
Domingo	1:50	-	39,2

Zona	Tiempo de aparcamiento [min : seg]			Ocupación carga y descarga (%)	Ocupación plazas para PMR (%)		
	Laborable	Sábado	Domingo		Laborable	Sábado	Domingo
Torrecedeira	9:57	3:02	1:10	77	63	43	32
Centro	7:04	15:09	2:05	69	61	71	55
Casablanca	3:40	13:30	1:46	65	53	61	45
Fátima	8:27	5:23	2:09	68	61	36	43
Florida	4:14	3:49	4:40	73	66	43	69
Povisa	5:37	6:50	2:30	63	68	77	52
Isaac Peral	4:58	9:21	2:32	64	58	72	33
Martínez Garrido	7:19	1:46	1:07	61	36	10	7
Estación de Autobuses	11:01	1:49	1:13	65	48	19	7
Teis	1:48	2:12	0:46	66	58	43	48
Balaídos	1:15	0:35	0:43	64	42	41	38
Pr.da Industria	2:25	1:17	0:54	64	57	48	33
PAU de Navia	3:04	2:16	2:09	80	42	36	30
Bouzas	4:19	0:44	2:00	61	48	38	58

Los resultados del trabajo de campo realizado se han desagregado en función de la zona, el tipo de día (laborable, sábado y domingo) y franja horaria el tiempo medio de aparcamiento y las tasas de ocupación de las plazas reservadas para actividades de carga y descarga y para personas con movilidad reducida (PMR).

Las siguientes tablas muestran los máximos y mínimos de cada parámetro evaluado en función de la zona, tipo de día y franja horaria.

Tiempo medio de localización de un lugar libre de aparcamiento:

- Tiempo medio: 4:46 minutos
- Tiempo medio en un día laborable: 5:21 minutos
- Tiempo medio en un sábado: 4:50 minutos
- Tiempo medio en un domingo: 1:50 minutos

Tiempo medio de localización de un lugar libre de aparcamiento por tipo de día

Día	Tiempos máximos		Tiempos mínimos	
	Zona	Tiempo	Zona	Tiempo
Laborable	Est. Autobuses	18:05	Teis	0:26
	Fátima	17:08	Balaídos	0:51
Sábado	Centro	31:46	Teis	0:02
	Casablanca	24:31	Balaídos	0:13
Domingo	Bouzas	6:25	Teis	0:05
	Florida	6:18	Teis	0:07

## Tiempo medio de localización de un lugar libre de aparcamiento por franja horaria

Día	Hora	Tiempos máximos		Tiempos mínimos	
		Zona	Tiempo	Zona	Tiempo
Laborable	9-10	Est. Autobuses	16:01	Bouzas	0:48
		Torrecedeira	13:16	Balaídos	1:48
	11-12	Est. Autobuses	18:05	Navia	1:45
		Torrecedeira	16:21	Balaídos	2:19
	13-14	Martinez Garrido	9:41	Teis	0:26
		Est. Autobuses	9:28	Balaídos	0:51
	16-17	Fátima	8:44	Balaídos	0:51
		Torrecedeira	7:24	Teis	1:11
	18-19	Fátima	17:08	Balaídos	0:51
		Est. Autobuses	12:41	Pr. Industria	2:12
	20-21	Centro	7:36	Teis	0:27
		Navia	7:12	Balaídos	0:53
Sábado	9-10	Isaac Peral	3:58	Bouzas	0:19
		Mtnez Garrido	3:20	Centro	0:41
	11-12	Centro	8:26	Navia	0:50
		Isaac Peral	6:01	Balaídos	0:56
	13-14	Fátima	9:54	Balaídos	0:18
		Casablanca	8:41	Navia	0:41
	16-17	Isaac Peral	21:17	Teis	0:02
		Centro	14:43	Bouzas	0:24
	18-19	Casablanca	24:16	Balaídos	0:13
		Centro	18:35	Bouzas	0:41
	20-21	Centro	31:46	Teis	0:21
		Isaac Peral	16:26	Balaídos	0:25
Domingo	9-10	Florida	5:26	Teis	0:09
		Casablanca	1:31	Bouzas	0:17
	11-12	Bouzas	6:25	Teis	0:22
		Florida	3:56	Balaídos	0:28
	13-14	Florida	4:44	Balaídos	0:26
		Teis	3:37	Pr Industria	0:49
	16-17	Florida	5:22	Teis	0:05
		Povisa	3:56	Bouzas	0:37
	18-19	Florida	6:18	Teis	0:07
		Isaac Peral	4:28	Balaídos	0:34
	20-21	Navia	3:57	Teis	0:14
		Isaac Peral	3:04	Bouzas	0:33

Tasa de ocupación media de las zonas de carga y descarga:

Tasa de ocupación media: 67,0%

Hora	Máximos		Mínimos	
	Zona	%	Zona	%
9-10	Navia	90,0	Bouzas	59,0
	Centro	79,6	Pr Industria	59,5
11-12	Navia	100,0	Casablanca	60,8
	Torrecedeira	83,1	Est. Autobuses	61,7
16-17	Torrecedeira	79,8	Isaac Peral	44,6
	Fátima	69,9	Centro	50,0

Tasa de ocupación media de las plazas para personas con movilidad reducida:

Tasa de ocupación media: 50,9%

Tasa de ocupación media en un día laborable: 54,3%

Tasa de ocupación media en un sábado: 43,4%

Tasa de ocupación media en un domingo: 39,2%

Tasa de ocupación por tipo de día

Día	Máximos		Mínimos	
	Zona	%	Zona	%
Laborable	Povisa	68,1	Mtnez Garrido	36,5
	Florida	66,2	Navia	41,7
Sábado	Povisa	76,6	Mtnez. Garrido	9,6
	Isaac Peral	71,7	Est. Autobuses	18,8
Domingo	Florida	69,1	Est. Autobuses	6,6
	Bouzas	58,3	Mtnez. Garrido	6,7

Tasa de ocupación por tipo de día y período horario

Día	Hora	Máximos		Mínimos	
		Zona	%	Zona	%
Laborable	9-10	Florida	63,9	Est. Autobuses	27,6
		Torrecedeira	62,2	Casablanca	33,6
	11-12	Povisa	77,4	Balaídos	40,0
		Isaac Peral	75,0	Navia	45,2
	13-14	Casablanca	74,3	Est. Autobuses	36,5
		Isaac Peral	74,0	Balaídos	44,4
	16-17	Florida	74,6	Bouzas	21,7
		Isaac Peral	69,3	Teis	42,2
	18-19	Centro	82,0	Mtnez Garrido	35,9
		Torrecedeira	72,5	Balaídos	40,9
20-21	Povisa	66,5	Mtnez Garrido	19,5	
	Pr. Industria	56,3	Est. Autobuses	23,8	
Sábado	9-10	Pr industria	48,2	Centro	25,0
		Casablanca	44,4	Florida	25,0
	11-12	Povisa	72,7	Mtnez. Garrido	0,0
		Centro	66,7	Navia	25,9
	13-14	Centro	88,9	Mtnez. Garrido	0,0

		Povisa	84,6	Est. Autobuses	0,0
	16-17	Isaac Peral	100,0	Est. Autobuses	0,0
		Povisa	92,3	Mtnez. Garrido	20,0
	18-19	Isaac Peral	100,0	Mtnez. Garrido	10,0
		Povisa	88,2	Est. Autobuses	12,5
	20-21	Isaac Peral	100,0	Mtnez. Garrido	0,0
		Povisa	94,1	Est. Autobuses	12,5
Domingo	9-10	Florida	57,1	Isaac Peral	0,0
		Teis	55,6	Mtnez. Garrido	0,0
	11-12	Centro	57,1	Isaac Peral	0,0
		Florida	57,1	Est. Autobuses	0,0
	13-14	Florida	85,7	Mtnez. Garrido	11,1
		Bouzas	66,7	Est. Autobuses	14,3
	16-17	Florida	85,7	Mtnez. Garrido	0,0
		Isaac Peral	75,0	Est. Autobuses	12,5
	18-19	Isaac Peral	75,0	Est. Autobuses	12,5
		Bouzas	75,0	Mtnez. Garrido	18,2
	20-21	Bouzas	91,7	Mtnez. Garrido	0,0
		Teis	66,7	Est. Autobuses	0,0

#### 4. Conclusiones

Los datos obtenidos permitieron localizar los problemas principales o los puntos débiles en el esquema urbano de la ciudad de Vigo, concluyéndose que en la última década<sup>3</sup> en la ciudad de Vigo se ha producido:

1. Un incremento de la tasa de turismos por habitante (del 0,44 en 2004 a un 0,5 en el año 2013). El número de vehículos privados ha experimentado un incremento superior al de habitantes, lo que implica una mayor presión sobre la superficie urbana, uno de los motivos del aumento en el tiempo de estacionamiento.
2. Un aumento generalizado del tiempo de estacionamiento en el núcleo urbano. El tiempo medio global de localización de un lugar libre de estacionamiento en el núcleo urbano de Vigo<sup>4</sup> se ha triplicado en diez años (de 2:09 min a 6:07 min), aumentando la insatisfacción ciudadana por este aspecto.
3. Un aumento de la ocupación de las zonas reservadas para carga y descarga en un 27%.
4. Un aumento de la ocupación de las zonas reservadas para personas con movilidad reducida (106%).
5. Por zonas, la Centro presenta la situación más compleja, alcanzando varios valores máximos y siempre iguales o mayores que la media. Destaca el tiempo medio de aparcamiento en sábado (15:09 min) o la ocupación media de las plazas reservadas para personas con movilidad reducida en fin de semana.

<sup>3</sup> Los resultados obtenidos en el estudio de campo se han comparado con los datos de un estudio similar realizado por la Oficina do Valedor do Cidadán (Defensor del Ciudadano) del municipio de Vigo en el año 2004 (Las accesibilidades a los aparcamientos en espacios libres y a los servicios básicos: Factores de movilidad en la ciudad de Vigo/As accesibilidades aos aparcamentos en espacios libres e aos servicios básicos: Factores da mobilidade na cidade de Vigo).

<sup>4</sup> En las seis zonas más céntricas de las catorce analizadas: Torrecedeira, Centro, Florida, Fátima, Povisa y Casablanca.

## **SEGUNDA PARTE: Implantación de un sistema de aparcamiento inteligente**

### **1. Análisis de la situación**

Analizados los tiempos de estacionamiento en la ciudad de Vigo, como se ha experimentado un incremento en la última década y se ha detectado la existencia de zonas críticas, la mejora que se propone para su reducción es la implantación de un Sistema de Aparcamiento Inteligente.

Esta decisión se ha tomado una vez realizado un análisis detallado de las ventajas e inconvenientes que supone la aplicación de un sistema de estas características. Si bien los inconvenientes son fundamentalmente de tipo económico, las ventajas se encuadran dentro de una mejora de la satisfacción ciudadana y del medioambiente urbano local.

La propuesta consiste en instalar en esa zona piloto una serie de sensores situados en cualquier tipo de plaza (rotación/zona azul, carga y descarga o destinadas a personas con movilidad reducida). Esto permitirá conocer la ocupación de los tres tipos de plaza y detectar rápidamente infracciones por superación del tiempo máximo permitido en las zonas de aparcamiento de rotación y reservadas para carga y descarga. Además, se situarán paneles luminosos en las entradas de las calles para informar sobre el número de plazas libres disponibles en la zona.

Paralelamente, se deberá desarrollar una aplicación móvil que sirva de apoyo a fin de que los usuarios puedan conocer la existencia de plazas de aparcamiento libres en la zona a la que se dirigen, trasladándose directamente, y así reducir el impacto medioambiental de su desplazamiento y aumentar su satisfacción.

Se ha optado por la instalación de sensores y no otro tipo de solución técnica como, por ejemplo, las basadas en un sistema de geolocalización, debido a que esta tecnología aún no está extendida en la mayoría de vehículos, lo cual implica, también, la necesidad de usar un smartphone para situar el vehículo estacionado. Esta opción no tendría en cuenta a todos los potenciales usuarios, pues una gran parte aún no disponen de smartphone y, además, sería necesaria la colaboración activa de los usuarios, que tendrían que realizar necesariamente la operación manual de localizar su vehículo estacionado. Si no hiciesen esta operación se produciría una mayor insatisfacción con este sistema, pues otros usuarios se acabarían dirigiendo erróneamente hacia una plaza ya ocupada.

A pesar de ello, ha de tenerse en cuenta esta opción porque podría ser utilizada en un futuro no lejano, una vez que todos los vehículos incorporen esta tecnología, transmitiendo así automáticamente su localización en el momento de estacionar sin que el usuario tenga que realizar alguna acción de tipo premeditado. Así pues, el coste de este sistema sería inferior a la propuesta de mejora, ya que no sería necesaria la instalación de ningún tipo de equipamientos.

## 2. Metodología

El desarrollo de la propuesta de aparcamiento inteligente requiere la ejecución de los siguientes pasos:

### 2.1 Selección de una zona piloto de implantación

A partir de los datos obtenidos en el análisis pormenorizado recogido en la primera parte, se debe seleccionar la zona de la ciudad en la que se va a realizar la prueba piloto de la implantación del sistema de aparcamiento inteligente. Así pues, la solución se aplicará, como experiencia piloto, en una de las zonas urbanas de la ciudad de Vigo más conflictivas de entre las catorce analizadas: ZONA CENTRO.

La siguiente imagen muestra la localización de la zona de implantación del sistema propuesto, conformada por los ejes viarios de las calles Rosalía de castro, Areal y adyacentes de la ciudad de Vigo.



### 2.2 Análisis detallado de la zona piloto

El análisis de la situación actual de la zona en la que se va ejecutar la experiencia piloto abarca los siguientes parámetros:

- Tiempos medios de estacionamiento
- Tasa de ocupación de las plazas de carga y descarga
- Tasa de ocupación de las plazas reservadas para personas con movilidad reducida
- Ubicación y disponibilidad de plazas (rotación, carga y descarga y reservadas para personas con movilidad reducida)
- Plazas reservadas para actividades de carga y descarga
- Plazas reservadas para personas con movilidad reducida
- Señalización y mobiliario urbano
- Sentido y flujos del tráfico rodado
- Superficie de la zona

Este análisis permitirá determinar la localización de los equipos (sensores, puertas de acceso y paneles luminosos) de tal manera que se optimice su situación.



### 2.3 Ámbito de implantación

Se ha de valorar si la prueba piloto se extiende total o parcialmente a las calles de la zona escogida, así como si se aplica a una de las tres tipologías de plazas evaluadas o a una muestra de ellas. En este sentido, se ha decidido ejecutar la prueba piloto en toda la zona considerada, pues es lo suficientemente representativa del funcionamiento del sistema como para posteriormente extenderla a otras zonas de la ciudad.

### 2.4 Definición de las variables de implantación del sistema inteligente de aparcamiento

La implantación del sistema inteligente de aparcamiento engloba los siguientes procesos:

- Delimitación de las plazas de aparcamiento
- Instalación de los elementos de hardware: sensores, repetidores, puertas de acceso, paneles informativos y dispositivos controladores.
- Instalación de los elementos de software: accesibilidad de la red o el diseño de las aplicaciones móviles).

Igualmente, han de considerarse aspectos económicos de la implantación, con estimaciones de la inversión necesaria y los gastos materiales y en recursos humanos. De esta forma se puede realizar una aproximación presupuestaria.

### 2.5 Modalidad de ejecución del proyecto

Entre las diferentes alternativas (licitación, desarrollo propio o colaboración con otras entidades) se ha de decidir el modo de ejecutar el proyecto. Opcionalmente se puede contemplar la solicitud de ofertas a empresas especializadas en este sector. También valorar la participación de entidades colaboradoras en el proyecto<sup>5</sup>.

### 2.6 Plan de comunicación y seguimiento

Se proponen las principales líneas a seguir para comunicar el nuevo sistema tanto a los potenciales usuarios como a la ciudadanía en general, estableciendo para ello los medios necesarios. Igualmente, se incorporan elementos de seguimiento y evaluación del sistema (encuesta de satisfacción).

### 2.7 Revisión y seguimiento

Después de la implantación inicial, se espera ir perfeccionando el sistema con la ejecución de acciones que contribuyan a solucionar los fallos detectados en su puesta en marcha e incorporar los aspectos sugeridos por los usuarios. En los meses posteriores se espera confirmar los valores objetivos expuestos a partir del seguimiento, en tiempo real, de los indicadores seleccionados. Estos indicadores se publicarán mensualmente a fin de trasladar a la ciudadanía el funcionamiento del sistema. Con el objeto de conocer la valoración ciudadana del sistema, se realizará una encuesta de satisfacción a una muestra representativa de los usuarios que aparcan en la zona.

---

<sup>5</sup> En el ámbito gallego, Gradiant, Centro Tecnológico de Telecomunicaciones de Galicia o las Escuelas de Ingeniería Industrial y de Telecomunicaciones de la Universidade de Vigo.

### 3. Cronograma de implantación del sistema inteligente de aparcamiento propuesto

La siguiente tabla muestra, de forma numerada, las diferentes tareas e hitos que integran el proyecto de implantación de un sistema de gestión inteligente de las plazas de aparcamiento, con indicación de la duración de cada una de ellas y su definición por bloques temáticos.

Número	Tarea/Hito	Duración	Bloques		
1	Período de licitación	20 días	<b>Tramitación</b>		
2	Publicación opción ganadora	1 día			
3	Trámites administrativos	1 día			
4	Instalación del sistema de gestión	3 días	<b>Instalación software</b>	<b>Instalación del sistema</b>	
5	Delimitación de plazas	½ día	<b>Instalación hardware</b>		
6	Instalación de repetidores	½ día			
7	Instalación de las puertas de acceso	½ día			
8	Instalación de paneles luminosos	½ día			
9	Instalación de los sensores	5 días	<b>Sincronización</b>		
10	Puesta a punto y correcciones	3 días			
11	Puesta en marcha				
12	Producción del material gráfico de comunicación	4 días	<b>Plan de comunicación</b>		
13	Reparto de publicidad	10 días			
14	Stand informativo	15 días			
15	Campaña de medios	60 días			
16	1º Refuerzo de la campaña				
17	Encuesta de satisfacción	5 días	<b>Seguimiento</b>		
18	2º Refuerzo de la campaña				

La siguiente gráfica muestra el cronograma de implantación o diagrama de Gantt del proyecto, con indicación de tareas e hitos principales (señalados con un rombo). El diagrama sólo considera días laborables, presentándose en el eje horizontal la duración de las diferentes fases del proyecto en semanas según la nomenclatura (S1, S2,...).

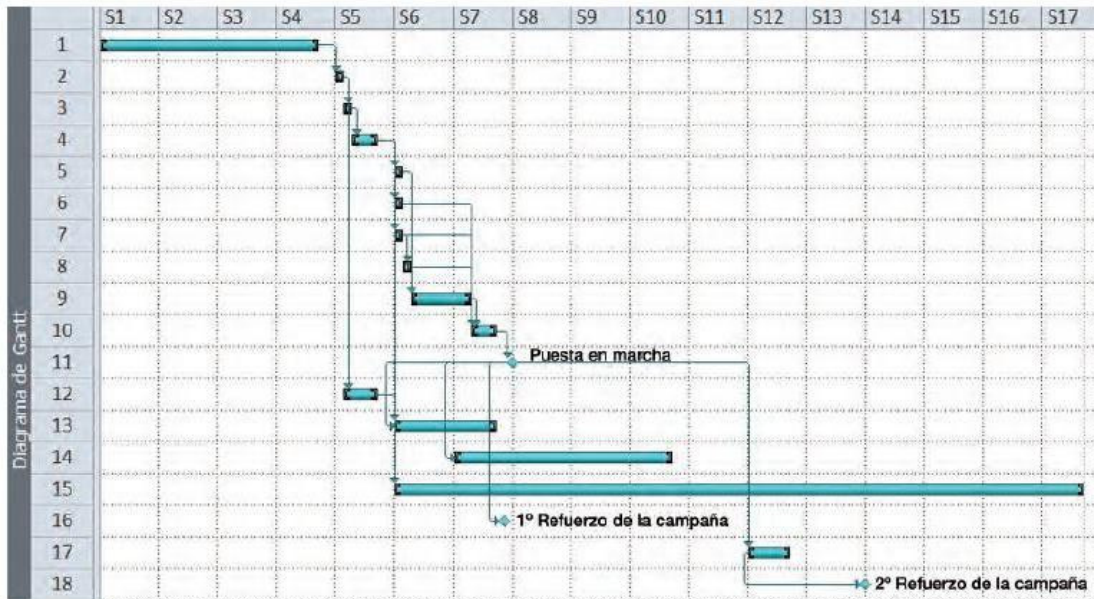


Diagrama de Gantt del proyecto

El proyecto se inicia con la presentación a concurso de la propuesta<sup>6</sup> para que las empresas interesadas puedan emitir sus ofertas (tarea 1). Una vez finalizado el período de licitación, se procederá a publicar la propuesta ganadora (tarea 2), iniciándose a continuación los primeros trámites administrativos entre la empresa concesionaria y el ayuntamiento (tarea 3).

Superada esta fase de tramitación administrativa, se procederá a instalar, en primer lugar, el sistema de gestión y bases de datos para poder interconectar todo el sistema (tarea 4). A su vez, se inicia el plan de comunicación con el encargo de la producción del material gráfico explicativo del funcionamiento del sistema (tarea 12).

Las tareas de delimitación de las plazas con señalización horizontal en la calzada (tarea 5), instalación de repetidores (tarea 6), puertas de acceso (tarea 7) y paneles luminosos (tarea 8) son prácticamente simultáneas y con un período de realización de dos días. De forma paralela, se inicia parcialmente la campaña de comunicación (tarea 13) y de publicidad en los medios de comunicación locales (tarea 15).

Una vez acondicionadas las instalaciones referidas, se podrá dar inicio a la instalación de los sensores (tarea 9). En este proceso está incluida la comprobación/verificación del correcto funcionamiento de la conexión con el sistema de gestión, contemplando un período adicional de tres días para la corrección de las posibles desviaciones/defectos y puesta a punto (tarea 10).

<sup>6</sup> La hipótesis de trabajo para la implementación de esta propuesta es que la iniciativa de su puesta en marcha correspondería a la administración local.

Una vez realizada la fase de verificación, se inicia la puesta en marcha del sistema (hito 11). Un día antes (domingo) se ejecutará el primer refuerzo de la campaña de comunicación (hito 16).

Simultáneamente a la instalación de los sensores y una semana antes de la puesta en marcha del sistema, comenzará la campaña de comunicación mediante un stand publicitario/informativo en la calle (tarea 14) que se prolongará durante 15 días.

Transcurridas cuatro semanas de la puesta en marcha del sistema, se realizará una encuesta de satisfacción (tarea 17), cuyos resultados condicionarán la realización de un segundo refuerzo de la campaña de comunicación (hito 18).

En el cronograma no aparecen los procesos de desarrollo del sistema de gestión ni el desarrollo de las aplicaciones móviles, pues será un requisito para las empresas que concurran a la licitación del proyecto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achaerandio, R., Bigliani, R., Curto J., Gallotti, G y Maldonado, F. (2011). Análisis de las Ciudades Inteligentes en España 2011. Madrid: IDC España.
- Achaerandio, R., Bigliani, R., Curto J. y Gallotti, G. (2012). Análisis de las Ciudades Inteligentes en España 2012 - El Viaje a la Ciudad Inteligente. Madrid: IDC España.  
Disponible en: [http://www.portalidc.com/resources/white\\_papers/IDC\\_Smart\\_City\\_Analysis\\_Spain\\_EN.pdf](http://www.portalidc.com/resources/white_papers/IDC_Smart_City_Analysis_Spain_EN.pdf)
- Ametic y Foro TIC para la sostenibilidad (2013). Informe 2012 Smart Cities. Madrid: Ametic  
Disponible en: [www.ametic.es/download/documents/Informe\\_Smart\\_Cities.pdf](http://www.ametic.es/download/documents/Informe_Smart_Cities.pdf)
- Bielsa, Alberto (2013). Smart City project in Santander to monitor Parking Free Slots. Libelium World.  
Disponible en: [http://www.libelium.com/smart\\_santander\\_parking\\_smart\\_city/](http://www.libelium.com/smart_santander_parking_smart_city/)
- Caixa, La (2013). Anuario económico de España 2013.  
Disponible en: [http://www.anuarieco.lacaixa.comunicacions.com/java/X?cgi=caixa.le\\_INDIV.pattern&START=YES](http://www.anuarieco.lacaixa.comunicacions.com/java/X?cgi=caixa.le_INDIV.pattern&START=YES)
- Cohen, B. (2012a). 'The Top 10 Smart Cities On The Planet', Co.Exist, 11 January.:  
Disponible en <http://www.fastcoexist.com/1679127/the-top-10-smart-cities-on-theplanet>
- Cohen, B. (2012b). 'The Top 10 Smartest European Cities', Co.Exist, 11 November.  
Disponible en: <http://www.fastcoexist.com/1680856/the-top-10-smartest-european-cities>
- Comisión Europea:
  - (2010). Comunicación de la comisión. Europa 2020. Una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador. Bruselas: Comisión Europea.
  - (2011b) 'Report of the Meeting of Advisory Group ICT Infrastructure for Energy-Efficient Buildings and Neighbourhoods for Carbon-Neutral Cities: Strategic Priorities for the New Framework Programme for Research and Innovation Covering the Period 2014–2020'.  
Disponible en: [http://ec.europa.eu/information\\_society/activities/sustainable\\_growth/docs/smartcities/smart-cities-adv-group\\_report.pdf](http://ec.europa.eu/information_society/activities/sustainable_growth/docs/smartcities/smart-cities-adv-group_report.pdf)
  - (2011). White Paper. Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system. Bruselas: Comisión Europea.
  - (2011). Public consultation report. Report of the Public Consultation on the Smart Cities and Communities Initiative. Bruselas: Directorate-general for energy.
  - (2011). Ciudades del Mañana – Retos, visiones y caminos a seguir. Bruselas: Dirección General de Política Regional.
  - (2012b). Comunicación de la Comisión. 'Smart Cities and Communities – European Innovation Partnership'. Bruselas: Comisión Europea.  
Disponible en: [http://ec.europa.eu/energy/technology/initiatives/doc/2012\\_4701\\_smart\\_cities\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/technology/initiatives/doc/2012_4701_smart_cities_en.pdf)
  - (2013). Special Eurobarometer 406 - Attitudes of Europeans towards urban mobility. Bruselas: Dirección General de Movilidad y Transporte (DG MOVE)
  - (2013). Results of the public consultation 'The urban dimension of the EU transport policy'. European Commission DG MOVE.
  - (2013). European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities - Strategic

Implementation Plan. Comisión Europea.

- (2013). Comunicación al Parlamento Europeo “Together towards competitive and resource- efficient urban mobility”. Bruselas: Comisión Europea.

- (2014). Comunicación al Parlamento Europeo “Taking stock of the Europe 2020 strategy for smart, sustainable and inclusive growth”. Bruselas: Comisión Europea.

- Concello de A Coruña (2012). Agenda Digital de A Coruña. A Coruña: Concello de A Coruña.

- Concello de Vigo (2014). Web oficial del municipio de Vigo. Vigo. Concello de Vigo. <http://hoxe.vigo.org/>

- Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial y Madrid Network (2012). Libro Blanco Smart Cities. Edición: Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial y Madrid Network.

Disponible en: [www.libroblancosmartcities.com](http://www.libroblancosmartcities.com)

- Espada Recarey, L (2004). As accesibilidades aos aparcamentos en espacios libres e aos servicios básicos: Factores da mobilidade na cidade de Vigo. Vigo. Edición: Valedor do Cidadán.

- Espada Recarey, L (2010). Encuesta sobre aparcamientos disuasorios. Análisis de los factores condicionantes para su planificación. Vigo. Edición: Valedor do Cidadán.

- Fundación Eroski (2008). Zona azul de estacionamiento en las ciudades. En: Consumer Eroski [en línea]. EROSKI. Nº 118, pp. 36-43.

Disponible en: [http://revista.consumer.es/web/es/20080201/pdf/revista\\_entera.pdf](http://revista.consumer.es/web/es/20080201/pdf/revista_entera.pdf)

- Fundación Telefónica :

- (2011). Smart Cities: un primer paso hacia la internet de las cosas. Edición: Fundación Telefónica y Editorial Ariel.

- (2013). La sociedad de la información en España. Edición: Fundación Telefónica y Editorial Ariel.

Disponible

en:

[http://www.fundacion.telefonica.com/es/actualidad/detalle/10\\_01\\_2013\\_esp\\_2430](http://www.fundacion.telefonica.com/es/actualidad/detalle/10_01_2013_esp_2430)

- (2014). Smart City. Disponible en: <http://smartcity-telefonica.com/>

- Giffinger, R. y Pichler-Milanovic, N. (2007). Smart Cities: Ranking of European Medium Sized Cities. Final Report. Viena: Vienna University of Technology, University of Ljubljana and Delft University of Technology.

Disponible en: <http://www.smart-cities.eu/>

- Instituto Galego de Estatística -IGE (2012). Panorama dos sete grandes concellos.

Disponible en: [https://www.ige.eu/web/mostrar\\_seccion.jsp?idioma=gl&codigo=0703](https://www.ige.eu/web/mostrar_seccion.jsp?idioma=gl&codigo=0703)

- Kodransky, M. e Hermann, G (2011). Europe’s Parking U-Turn: From accommodation to Regulation. New York: ITDP.

-Ministerio de Industria, Energía y Turismo y Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas (2013). Agenda Digital para España. Gobierno de España.

- Parlamento Europeo (2014). Mapping European cities in the EU. Bruselas: Directorate general for internal policies.

Disponible en: <http://www.europarl.europa.eu/studies>

- Pineda, M. y Abadía, X (2011). Criterios de movilidad. El estacionamiento urbano en superfi

cie. Barcelona: Fundación RACC.

- Rupprecht Consult y Edinburgh Napier University (Eltisplus). (2012). The state-of-the-art of sustainable urban mobility plans in Europe. Colonia: Rupprecht Consult

Disponible en: [www.mobilityplans.eu](http://www.mobilityplans.eu)

- Smart Cities and Communities (2013) ‘Key Messages for the High-Level Group from the Smart Cities Stakeholder Platform Roadmap Group’.

Disponible en: <http://eu-smartcities.eu/content/stakeholder-platform-makes-its-views-clear-high-level-group>

- United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT) (2012). State of the World's Cities Report 2012/2013: Prosperity of Cities. Nairobi: (UN-HABITAT)
- UNEP, 2012. 21 Issues for the 21st Century: Result of the UNEP Foresight Process on Emerging Environmental Issues. Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme (UNEP), 56pp.

Páginas web consultadas:

- Red Española de Ciudades Inteligentes (RECI). <http://www.redciudadesinteligentes.es/>
- Comisión Europea: European Initiative on Smart Cities. [setis.ec.europa.eu/aboutsetis/technology-roadmap/european-initiative-on-smart-cities](http://setis.ec.europa.eu/aboutsetis/technology-roadmap/european-initiative-on-smart-cities)
- Comisión Europea: Urban Mobility Package. [http://ec.europa.eu/transport/themes/urban/ump\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/themes/urban/ump_en.htm)
- Comisión Europea: Objetivos Europa 2020. [http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/targets/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/targets/index_en.htm)
- Fybr. Fybr, 2014. <http://www.fybr-tech.com/>
- Libelium. Libelium Comunicaciones Distribuidas S.L. <http://www.libelium.com/>
- Nedap. Nedap identification system <http://www.nedapidentification.com/>
- Parkhelp. Parkhelp, 2014 <http://www.parkhelp.com/es/>
- Proyecto SmartSantander. <http://www.smartsantander.eu>
- Smart City Expo World Congress. <http://www.smartcityexpo.com/>
- Smassa. Ayuntamiento de Málaga <http://www.smassa.eu/sare.html>
- Streetline. <http://www.streetline.com/>
- Tinynode. Tinynode parking smarter <http://www.tinynode.com/>
- Urbíotica. <http://www.urbiotica.com/>
- XER Servicio de Estacionamiento Regulado de Vigo (2014) <http://xervigo.com/>
- Zonas de Baja Emisión. <http://www.lowemissionzones.eu/>