

PRESUPUESTOS PARTICIPATIVOS RUBI 2018

SMART PARKING – APARCAMIENTO INTELIGENTE EN LA CIUDAD DE RUBÍ

Gustavo Martín Castro

10/05/2018

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	03
DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO A ALTO NIVEL (HLD)	04
REQUISITOS TÉCNICOS – SENSORES Y ACTUADORES	04
REQUISITOS TÉCNICOS – CONECTIVIDAD	06
SOLUCIÓN TÉCNICA – SENSORES Y ACTUADORES	07
SOLUCIÓN TÉCNICA – CONECTIVIDAD	08
CONCLUSIONES	09
REFERENCIAS	10

INTRODUCCIÓN

El automóvil es el principal medio de transporte para los desplazamientos que se realizan de forma habitual en España. Así lo atestiguan los datos de la “IV Radiografía de los hábitos de movilidad de los españoles” publicada en 2017 por Alphabet¹, que estima que el 61 % de los viajes diarios se lleva a cabo empleando este medio de transporte. Para el caso específico de la ciudad de Rubí el porcentaje es del 47,5%².

Este volumen de vehículos no solo pone a prueba la capacidad de las vías de transporte para satisfacer las exigencias de movilidad. También plantea un serio reto para las zonas urbanas, que deben dar respuesta a la demanda de estacionamientos libres que conlleva este tráfico. De hecho, se estima que el 30% de los vehículos que en un momento dado circulan por una ciudad están en realidad buscando una plaza de parking, un tiempo al que se destina entre 3,5 y 14 minutos diarios (Shoup, 2006)³. Esta actividad, además de la pérdida de horas de trabajo que supone, conlleva un incremento de las emisiones atmosféricas contaminantes y un mayor consumo de combustible.

Una forma de mejorar esta situación es a través de soluciones “*smart parking*”, sistemas tecnológicos que facilitan la búsqueda de aparcamientos libres en las vías públicas. Así, las áreas urbanas que han optado por este tipo de sistema han mejorado la fluidez en el tráfico, favoreciendo el comercio local y la experiencia de los habitantes y visitantes.

Los sistemas de estacionamiento inteligente, además de la mejora de la circulación de vehículos ya mencionada (y los niveles de estrés aparejados), conllevan también otros beneficios más específicos tales como:

- Reducción de las emisiones atmosféricas (según un estudio de APCOA Parking de 2013, se estima que por cada 10 minutos de búsqueda de estacionamiento, un vehículo estándar genera 1,3 kg de CO₂).
- Aumento de la eficiencia en el uso de las plazas de carga y descarga, ajustándose a las ordenanzas municipales.
- Mejora de la movilidad de personas con discapacidad, al proporcionar información en tiempo real de qué plazas para personas con movilidad reducida (PMR) están libres.
- Reducción en el fraude de plazas PMR ocupadas, beneficio que se hará efectivo a medida que se generalice el uso de tarjetas de identificación inteligente capaces de interactuar con los sensores.
- Incremento en la información disponible para llevar a cabo estudios de movilidad, clave para la planificación urbana y la reubicación de plazas de parking.
- Guiado de los usuarios hasta las plazas disponibles, una funcionalidad especialmente útil para turistas y visitantes que no conocen la ciudad y que genera una mejor experiencia.
- Identificación de puntos de recarga para vehículos eléctricos o electrolinerías disponibles.

Su implementación, de igual forma, no se limita a las áreas urbanas. También es una solución válida para gestionar el aparcamiento en aeropuertos, hospitales, centros

1 https://www.alphabet.com/files/2018-01/final_foro_movilidad_2017-es-es-1.pdf

2 Pla de mobilitat urbana sostenible de Rubí <https://www.rubi.cat/fitxers/documents-ok/area-de-serveis-territorials/mobilitat/pla-de-mobilitat-urbana-sostenible-de-rubi-pmus/memoria-del-pla-de-mobilitat-urbana-sostenible-de-rubi-pmus>

3 Donald C. Shoup 2006 Cruising for parking <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967070X06000448?via%3Dihub>

comerciales, espacios naturales o párquines disuasorios, infraestructura que cada vez tendrá mayor relevancia a medida que se pongan en práctica políticas que limiten el acceso a los centros urbanos con automóviles privados como es el caso de la peatonalización del centro de la ciudad de Rubí (Barcelona).

Las soluciones de “*smart parking*”, como la que se estudia a continuación, contribuyen, en definitiva, a mejorar la calidad de vida en las ciudades, reduciendo los niveles de contaminación del aire y creando una imagen más atractiva de las zonas urbanas.

DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO A ALTO NIVEL (HLD)

Se plantea, por tanto, la implementación de un sistema de aparcamiento inteligente en una zona de la ciudad de Rubí (distrito zona norte) donde hay mayores problemas de aparcamiento como prueba piloto para probar el sistema con la intención de implementarlo en toda la extensión de la ciudad, menos en las urbanizaciones de baja densidad donde no se aprecian problemas de aparcamiento.

El sistema deberá diferenciar entre las numerosas tipologías de aparcamiento en la ciudad:

- Zonas de aparcamiento libre no regulado.
- Zonas de aparcamiento regulado (zona azul, zona naranja, carga/descarga, PMR (personas con movilidad reducida) y otros aparcamientos reservados.
- Zonas de aparcamiento fuera de la vía de uso público. (En el distrito de estudio se encuentra el aparcamiento de l’escardívol con 394 plazas)⁴.
- Zonas de recarga eléctrica. (En el distrito de estudio no existe ninguna zona con esta característica).

Por otro lado el sistema deberá detectar las siguientes situaciones:

- Movimiento de un vehículo que ocupa una plaza libre.
- Movimiento de un vehículo que libera una plaza ocupada.
- Diferenciar otros volúmenes cercanos que puedan interferir la señal (vehículos en doble fila, mobiliario urbano, ...).
- Avisar tras una inactividad prolongada en el tiempo que exceda el uso programado de la plaza. (Tiempos de carga/descarga, zona azul, zona naranja y zona libre en el caso de abandono del vehículo).
- Autodiagnóstico del sistema.

REQUISITOS TÉCNICOS – SENSORES Y ACTUADORES

Debido a las características urbanísticas de cada zona se determinan dos requisitos diferenciados entre las zonas de aparcamiento fuera de la vía de uso público y las zonas de vías de uso público.

⁴ <https://www.rubi.cat/ca/la-teva-ciutat/mobilitat/aparcament/aparcament-fora-de-la-via-publica-d2019us-public>

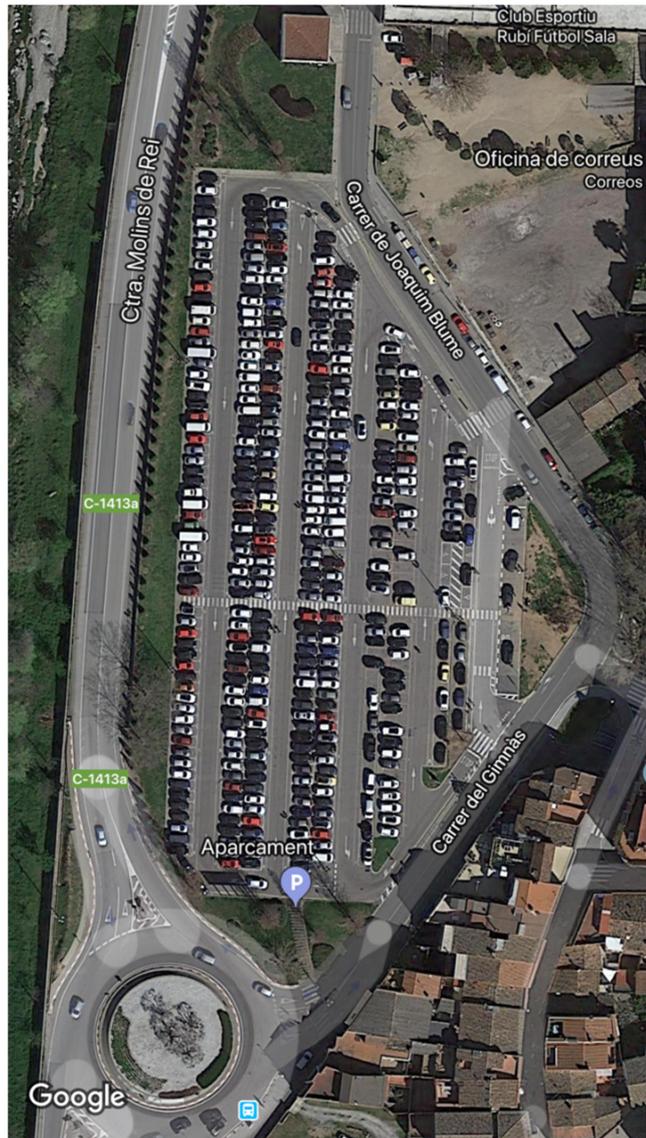
Para el primer caso al tratarse de un solar de grandes dimensiones, el Ayuntamiento le hace varios usos puntuales como zona de esparcimiento ciudadano (conciertos en fiesta mayor, cabalgata de reyes y carnaval, etc). Esto nos obliga a pensar en sistemas que no entorpezcan el uso del pavimento a nivel peatonal y por otro lado a que no sean accesibles fácilmente por problemas de incivismo, accidentes, exceso de mantenimiento. Los sensores deberían estar fuera del alcance e integrados a poder ser en elementos de mobiliario urbano fijos.

En esta zona las tipologías de aparcamiento son tres, la zona libre, la zona libre para PMR y la zona naranja donde hay un límite horario comercial.

Para el caso de la vía pública el sistema puede responder a situaciones más estandarizadas, basadas en un conjunto de sensores instalados en el asfalto.

En esta zona las tipologías de aparcamiento son cinco, la zona libre, la zona libre para PMR, la zona de carga y descarga y la zona azul donde hay un límite horario general.

Un tema a tener en cuenta es que con la implementación del sistema de aparcamiento inteligente se consiguen datos suficientes como para considerar la creación de nuevas zonas de aparcamiento con uso prioritario para residentes (zona verde), situación que generaría mayor liberación de plazas de aparcamiento durante las horas de más movilidad y a la vez una reducción del tráfico con una optimización de los recursos de aparcamiento de la ciudad. Más beneficio para el ciudadano residente o no y más beneficio para el Ayuntamiento (mayor recaudación gracias al sistema).



Aparcament escardívola, fuente: google maps

El sistema de aparcamiento inteligente no hace uso de actuadores tipo motores, electroválvulas u otras tipologías similares. Pero sí se puede considerar como un actuador las pantallas de los dispositivos inteligentes (móviles o navegadores de automóviles) que sean interactuadas por parte de los usuarios que busquen una plaza de aparcamiento.

Es aquí donde se hace imprescindible el desarrollo de una app interactiva, ya sea de uso exclusivo o integrada en aplicaciones de mapas o gps, donde se muestre la información adecuada que emiten los sensores al centro de control.

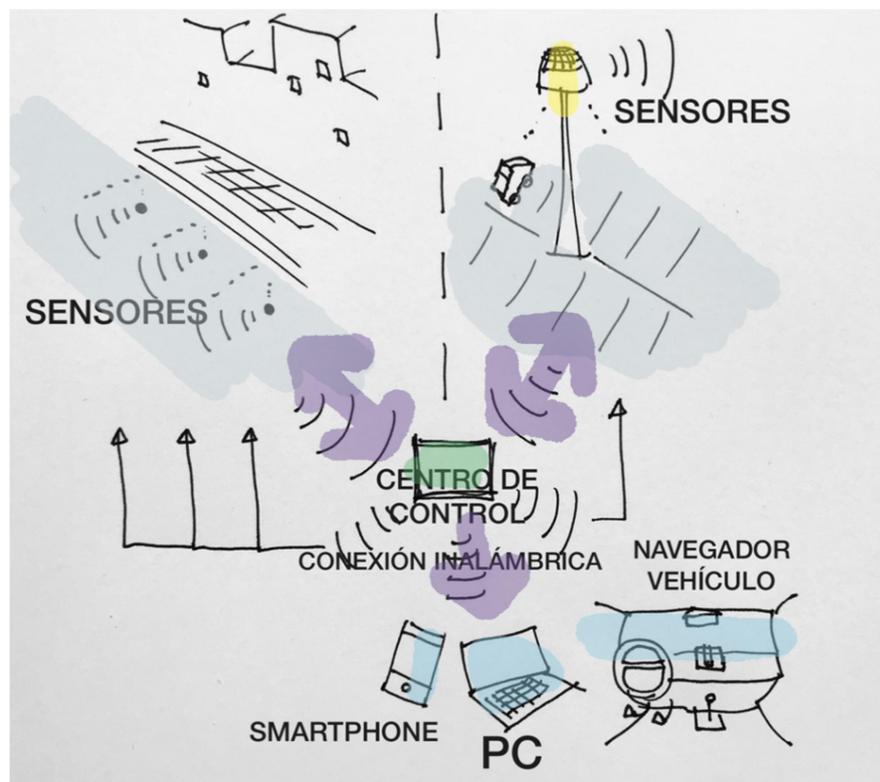
REQUISITOS TÉCNICOS – CONECTIVIDAD

Tanto los sensores de la solución 1 (zona escardívol) como los de la solución 2 (zona vía pública) según sus configuraciones no tendrán una distancia inferior a 5 metros ni superior a 50, pues dependen de la longitud entre plazas (5m a lo largo).

Las comunicaciones en las dos soluciones serán inalámbricas debido al amplio desarrollo de esta tecnología actualmente y permitiendo una mayor compatibilidad entre las dos soluciones (por simplicidad compartirían el mismo centro de control y el mismo sistema de conectividad).

Para la solución 1 (zona escardívol) se prevé una necesidad de 30-40 sensores, economizando la solución y dando respuesta a la tipología de aparcamiento y necesidades subsidiarias del emplazamiento. Para la solución 2 se prevé una necesidad de 200-250 sensores implementados en las calles de mayor concurrencia en el distrito zona norte, compartiendo varias calles con zona azul y carga/descarga, además de una plaza PMR en cada calle. Estos sensores no necesitan estar conectados entre ellos pues el hecho de estarlo puede originar problemas de comunicación y de diferente consumo de energía complicando su mantenimiento corriente.

También interesa que los sensores no comuniquen unidireccionalmente para poder tener acceso a ellos desde la central de datos y poder configurar los ajustes, mantenimiento, etc... La periodicidad en la comunicación debe realizarse en el momento de la detección de movimiento de los vehículos en liberación y ocupación de las plazas de aparcamiento. Esta característica economiza el uso de la fuente de alimentación pues no es necesario el consumo continuo debido a la conectividad.



Esquema de funcionamiento del sistema aparcamiento inteligente, fuente: propia

SOLUCIÓN TÉCNICA – SENSORES Y ACTUADORES

Como ya se ha expuesto antes, se proponen dos soluciones técnicas diferentes: una para la “pastilla” de aparcamientos fuera de la vía de uso público (escardívol) y otra para las vías de uso público.

Zona aparcamiento escardívol:

Debido a su forma en agrupación de aparcamientos en un gran solar se opta por una solución de detección de plazas en conjunto, es decir, se descarta el uso de sensores individuales por plaza y se propone el uso de sensores por sistema radar con la posibilidad de estar ubicados compartiendo elemento urbano como por ejemplo los báculos de iluminación (también inteligentes). Los datos se transmiten mediante radio móvil al centro de control, donde se calcula la ocupación del espacio y se facilita esa información a los conductores.

La principal característica de este sensor es la opción de comunicar a la central la ocupación o disponibilidad de varias plazas a la vez. Además, el hecho de compartir un elemento fijo con una infraestructura de mayor tamaño, permite incorporar otros elementos que forman parte del conjunto y proporcionan mejoras como la posibilidad de tener una superficie de “piel” fotovoltaica y una batería alojada en el elemento para dotar la energía necesaria para su funcionamiento u otros sensores como medidores de la calidad del aire.

Zona aparcamiento en vías de uso público:

Para la determinación de los lugares de estacionamiento libres, donde los aparcamientos están de forma paralela a la calzada ya sea en línea, semi-batería o batería, se opta por utilizar sensores magnéticos de tres ejes, colocados en la calzada entre cada plaza de aparcamiento.

Estos presentan una serie de características que lo destacan frente al tipo de sensor considerado en el anterior caso. Evaluando la relación coste/productividad de los sensores de tres ejes, frente a las opciones de uno y dos ejes, se concluye que los sensores tridimensionales resultan óptimos para la tarea de detección de un vehículo. Si bien estos son más costosos que los demás sensores, el mayor grado de precisión que ofrece le permite estar orientado en múltiples posiciones y obtener datos más fiables del entorno.

Para detectar la presencia de un vehículo se utiliza como referencia el campo magnético generado por la Tierra. Este se mantiene sustancialmente constante si la orientación de los tres ejes del sensor magnético también se mantiene constante. Cuando un vehículo se encuentra sobre el sensor o en la cercanía a este, se puede notar un cambio en los niveles del campo magnético terrestre percibido por el sensor, este cambio proviene de la presencia de componentes ferromagnéticos del vehículo, los cuales concentran la densidad del flujo magnético. Debido a que estos componentes se distribuyen de distinta forma dependiendo del automóvil, la distorsión de campo será diferente según el vehículo que se aproxime al sensor, generando una especie de “firma” magnética. Esta característica es fundamental para llegar a diferenciar áreas de aparcamiento de carga y descarga respecto a las áreas de aparcamiento de turismos.

A nivel de consumo cada sensor debe llevar una batería reemplazable de bajo consumo como fuente de alimentación. Actualmente ya las hay de polímero de litio con unas duraciones de entre 6 y 12 años.

SOLUCIÓN TÉCNICA – CONECTIVIDAD

Inicialmente se pueden considerar las opciones de una red de sensores cableada o inalámbrica. Si bien las redes cableadas ofrecen una serie de ventajas como la alimentación constante e inmunidad a la interferencia electromagnética, se decide por la implementación de una red inalámbrica como se ha podido explicar en los requisitos técnicos. Una implementación cableada implica realizar modificaciones mayores en la infraestructura física del lugar donde se instalen los sensores. Estas modificaciones aumentan tanto costos como tiempos de ejecución del proyecto. En cambio, las redes inalámbricas requieren de un menor costo de implementación y tiempo de ejecución. Como contrapartida, las redes inalámbricas requieren ser alimentadas por baterías, lo que las obliga a tener un consumo mínimo de energía, y transmitir la menor cantidad de datos posible (para reducir el consumo de energía debido a transmisión de datos).

A partir de aquí disponemos de diferentes soluciones entre las “capillary M2M system” y las “LPWA networks”. Dejando como una tercera solución la tecnología celular.

Las primeras, al estar pensadas para comunicar dispositivos entre ellos y con un corto alcance, son óptimas como consumidoras de poca batería y transmisión de pocos datos. Para el caso de estudio podría proponerse una red 802.11 en estrella o una Z-Wave en multi-hop, pero nos obligaría a tener un punto de control intermedio como enlace entre los sensores y el centro de control principal. La idea es tener toda la ciudad con el sistema de aparcamiento inteligente y un único centro de control donde se recojan, además, otros aspectos y características de la nueva Smart city.

Con las segundas obtenemos una notable mejora en el alcance de las comunicaciones, pero en el caso del protocolo basado en SIGFOX no tendríamos de la bidireccionalidad requerida. Esto nos lleva a pensar en el protocolo LoRa que sí contiene esta característica, pero volvemos a una reducción del alcance y de nuevo la necesidad de complementar con estaciones de control intermedias.

Empresas como “lotsens” o “Libelium”⁵ ofrecen sus sensores compatibles con estos protocolos incluso en un funcionamiento conjunto dual SIGFOX+LoRa. Una solución combinada puede ser una buena propuesta para el sistema de aparcamiento en la zona 2, donde se ha previsto el sensor individual en la calzada.

En el caso de la zona de aparcamiento 1 (escardívol), al ser un elemento más complejo donde no se trata únicamente de transmitir los datos de aparcamientos libres u ocupados, sino además de tener un control lumínico del lugar, con los nodos o sensores más distanciados entre ellos, debería optarse por un protocolo de comunicación de red celular M2M.

Sabemos que una de las características negativas es el alto consumo energético, pero el diseño del elemento que contiene los sensores ya previene la posibilidad de instalarse una piel fotovoltaica que transforma la energía solar en electricidad que se almacena en una batería ubicada también en el elemento contenedor. De esta manera se resuelve un problema utilizando además recursos medioambientalmente sostenibles.

También resulta más costoso el hardware necesario, pero como contrapartida ese hardware es utilizado como se ha comentado anteriormente para otras demandas “smart” y

⁵ <http://www.libelium.com/products/smart-parking/>

para las aplicaciones adyacentes al sistema utilizadas por personal de la administración, mantenimiento y ciudadanos. Sin olvidar la interoperabilidad con los parquímetros para los casos de áreas de zona azul o naranja y la futura y recomendable zona verde para residentes.

Para este último caso (zona verde) y aquellas plazas exclusivas de residentes PMR puede implementarse un sistema directo identificativo a través de código RFID con identificación personal, de forma que no se crea una dependencia al uso del dispositivo móvil o similar por parte de los usuarios, ya que tienen unas condiciones concretas (datos de padrón de residencia o del vehículo) al respecto de la población no residente en la ciudad.

CONCLUSIONES

Durante el trabajo expuesto se han desarrollado dos ambientes o zonas diferenciadas: la zona 1 (aparcamiento fuera de la vía de uso público) y la zona 2 (aparcamiento en la vía de uso público).

La distribución y sentido de aparcamiento de las dos zonas conlleva a decidir dos sistemas de aparcamiento inteligente. Concentrado y grupal en la zona 1 y puntual en la zona 2. Es por ello que se busca el sistema más adecuado para cada una de las tipologías. En la zona 1 unos elementos con varios sistemas “smart” integrados (básicamente control lumínico y control de ocupación/liberación del espacio) y en la zona 2 unos sensores ubicados en la calzada en cada celda de aparcamiento.

En cuanto al sistema de comunicación se opta por la inalámbrica para las dos zonas, siendo de tecnología celular la zona 1 y de tecnología dual SIGFOX/LoRa la zona 2.

Igualmente y debido a la inminente llegada de la versión 5G en tecnología celular (previsiones de comercialización año 2020), dado que el trabajo se basa en un lugar real y una ciudad donde no existe ningún sistema “smart” individual, podría plantearse un único sistema para la zona 1 y zona 2 (así como el resto de zonas de la ciudad) con la sustitución del alumbrado público por las nuevas farolas inteligentes con la integración de otros sensores necesarios para transformar la ciudad en una ciudad inteligente.

Por otro lado para que la plataforma cobre sentido sería necesaria la creación de un sitio web que fuera accesible tanto desde dispositivos móviles como ordenadores. Este sitio permitiría mostrar la disponibilidad de lugares en el mapa y mostrar la ubicación y disponibilidad de estacionamientos para personas de movilidad reducida (PMR).

Para no limitar la plataforma a smartphones únicamente, se debe extender la plataforma a aquellos usuarios que no tienen un smartphone o acceso a internet en el mismo. Este servicio permite recibir la disponibilidad de estacionamiento en una zona, a partir del envío de un mensaje de texto que indique una intersección entre dos calles. Son soluciones que minimizan el impacto de la brecha digital.

También es imperativa la existencia de unos paneles led dinámicos informativos de las plazas disponibles. Inicialmente en la proximidad y entrada a la zona 1 y en las intersecciones de las calles más transitadas de la zona 2.

Al igual que la aplicación web para los usuarios, debe crearse un sitio web administrador. Esto permite que el administrador del sistema tenga herramientas para poder tomar decisiones acerca del sistema de estacionamiento inteligente, entre ellas, herramientas estadísticas que ofrecen información acerca del uso de los estacionamientos.

REFERENCIAS (todas visitadas y consultadas entre el 17 de marzo y el 9 de abril de 2018)

Sobre detalles técnicos y empresas:

<https://www.worldsensing.com/product/fastprk/>

<http://www.hirisens.com/>

<http://siarg.com/>

<http://www.urbiotica.com/producto/u-spot/>

<http://www.libelium.com/products/smart-parking/>

<http://www.iotsens.com/sensors/sensor-smart-parking-superficie-de-carretera/>

<https://www.intelkia.com/productos/in-park-solucion-iot-parking-inteligente/>

<http://www.citibrain.com/es/solutions/smart-parking-es/>

<http://www.sensity.com/for-cities-1/>

Sobre tecnologías de comunicación:

<https://www.lora-alliance.org/>

<https://www.sigfox.com/en>

https://es.wikipedia.org/wiki/Telefon%C3%ADa_m%C3%B3vil_4G

Publicaciones temáticas:

<https://www.casadomo.com/2018/02/02/libelium-incrementa-precision-sensores-smart-parking-99>

<https://www.sittygia.com/blog/2017/4/28/smart-parking-qu-es-y-cmo-nos-beneficia>

https://elpais.com/tecnologia/2015/07/30/actualidad/1438262880_505582.html

Sobre ejemplos de implementación:

https://www.barcelona.cat/infobarcelona/es/barcelona-despliega-el-primer-smart-parking-en-las-corts_107139.html

<http://ajuntament.barcelona.cat/premsa/2014/11/12/barcelona-desplega-el-primer-smart-parquing-de-la-ciutat-als-carrers-del-districte-de-les-corts/>

<http://www.elmundo.es/economia/2015/02/25/54edb916268e3e05098b456b.html>

<http://www.expansion.com/economia-digital/innovacion/2017/02/11/589de1d7ca4741ac518b461e.html>

<https://www.xataka.com/vehiculos/radares-para-detectar-plazas-de-aparcamiento-libres-siemens-lo-esta-probando-ya>

<http://www.lne.es/gijon/2014/05/30/farolas-inteligentes-parking-carta/1592984.html>

Bibliografía:

Vidal Tejedor, Narcís. “La Smart city”. Editorial UOC 2016, 2015.