

**Universidad Carlos III de Madrid Escuela
Politécnica Superior**



Grado en Ingeniería de Sistemas Audiovisuales

Trabajo Fin de Grado

**APLICACIÓN DE LAS TIC A UNA
PLANIFICACIÓN DE LA GESTIÓN
URBANÍSTICA EFICIENTE: EJEMPLO DE
PLAN DIRECTOR PARA LA CIUDAD DE
LEGANÉS**

Autor: Abel Cerezo Bonilla

Tutor: Antonio Castillo Holgado

Agradecimientos

En primer lugar quiero agradecer a mi tutor Antonio Castillo por darme la oportunidad de realizar este proyecto, porque sin su orientación no hubiese podido terminarlo.

A las personas que más me han ayudado desde que empecé la universidad: mis padres y mi hermana. Sin ellos, sin su esfuerzo por sacarme adelante y sin su confianza y amor hacía mí, jamás hubiera sido capaz de terminar la carrera. Después de tantos años de esfuerzo y sacrificio, puedo decir que estoy muy orgulloso de tener la familia que tengo.

A todos mi grupo de amigos de Leganés y de Alía, por todos los buenos momentos que me han hecho disfrutar y no abandonar nunca en los malos momentos.

A mis compañeros, a todos los que, por unas cosas o por otras, hemos coincidido a lo largo de la carrera. Pero sobre todo, quiero agradecer a mis AMIGOS, pocos pero grandes, Capi, Celita, Javi, Luisón, Victor Jey y el gran Oscar, porque ellos han sido el verdadero motor del día a día en la universidad, y les debo mucho.

A mi novia, por su apoyo incondicional en estos últimos años de carrera. Por facilitarme las cosas y por todo su amor.

Por último, quiero agradecer a mi abuela que está en el cielo, todo lo que me ha dado. Ella es realmente la persona que más quiero, y a la que más me gustaría contarle que por fin he terminado la carrera, para que se sintiera orgullosa de mí. Te quiero Abuela.

Resumen

La finalidad de este proyecto es dar una visión objetiva de lo que son las Smart Cities y del sinfín de oportunidades que podemos encontrar en ellas.

Se intenta explicar cuál es la esencia de las ciudades inteligentes y mostrar cuáles son las herramientas capaces de convertir los actuales centros urbanos en las ciudades del futuro, mostrando además las principales oportunidades de negocio y desarrollo

Además, se elige un modelo de aplicación sobre la ciudad de Leganés, en el que se realizan varias propuestas para llevar a cabo una futura Smart City en dicho municipio.

Abstract

The objective of this project is to provide an objective view of what Smart cities are and the endless possibilities we could find in them.

We try to explain the essence of Smart cities and show which the tools able to make the current cities into futures cities are, as well as showing the main business and development opportunities.

In addition, an application model is chosen on the town of Leganés, in which several proposals are made to carry out a future Smart city in the aforesaid township.

Índice

1. Ciudad inteligente. Concepto.....	8
1.0 Introducción a las Smart Cities	8
1.1 Por qué son necesarias las Smart Cities.....	9
2. Optimización de servicios municipales.	11
2.0. Los servicios de la Smart City.....	11
2.1. Movilidad urbana.....	11
2.2. Eficiencia energética y medio ambiente.	17
2.3. Gestión de infraestructuras y edificios públicos.....	22
2.4. Gobierno y ciudadanía.....	23
2.5. Seguridad Pública.....	25
2.6. Salud.....	25
2.7. Educación, capital humano y cultura	26
2.8. e-Comercio	27
3. Tecnologías aplicables.....	29
3.1 Tecnologías para la recolección de datos	32
3.2 Tecnologías para la transmisión de datos	35
3.3 Tecnologías para el almacenamiento y análisis de datos	40
4. Modelos de negocio para los nuevos servicios.....	43
4.1. La Smart City como oportunidad para el desarrollo económico	43
4.2 Modelos de negocio de los Servicios Smart City.....	48
5. Aplicación a una gestión más eficiente de la ciudad de Leganés.....	51
5.1 Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS).....	51
5.2 Mejora del alumbrado público.....	61
5.3 Mejora red de basuras.....	62

Conclusiones sobre Leganés	63
PLANIFICACIÓN	66
PRESUPUESTO	68
BIBLIOGRAFIA.....	69

1. Ciudad inteligente. Concepto

1.0 Introducción a las Smart Cities

El concepto de Smart City apareció hace un par de décadas, pero es en los últimos años cuando empieza a despertar el interés de mucha gente más allá del ámbito científico y académico donde germinó. Fabricantes de tecnología, operadoras de telecomunicaciones, empresas de servicios de luz, agua o basura, o incluso bancos y redes sociales, están interesadas en este asunto porque creen que pueden hacer negocio, aunque todavía no saben muy bien cómo.

Una ciudad inteligente se puede definir como aquella que utiliza la información y los datos disponibles de su ayuntamiento, instituciones y empresas para mejorar la vida de los ciudadanos en ámbitos como la movilidad, la energía, los trámites con la Administración o los servicios de ocio y las transacciones financieras, entre otros. «La idea consiste en crear una plataforma homogénea capaz de unificar procesos, reducir costes y optimizar el consumo energético, y la clave para lograrla está en Internet y las redes IP», asegura María José Sobrini, directora de consultoría en Cisco, una compañía que tiene mucho que decir en el mundo de los edificios inteligentes.

En la práctica, y a un nivel más popular, una Smart City es una ciudad comprometida con su entorno, tanto desde el punto de vista medioambiental como en lo relativo a los elementos culturales e históricos, con elementos arquitectónicos de vanguardia, y donde las infraestructuras están dotadas de las soluciones tecnológicas avanzadas para facilitar la interacción del ciudadano con los elementos urbanos, haciendo su vida más fácil.

En una Smart City la información adecuada llega en el momento preciso, integrando así “digitalmente” a las personas y a las cosas del entorno. Los espacios digital y físico se recombinan en la ciudad; por ello, la Smart City constituye un primer paso de la Internet de las cosas y por extensión, de la Internet del futuro tal y como se ha comentado.

Sea cual sea la definición que escojamos, lo que está claro es que las nuevas tecnologías aplicadas a la gestión de una ciudad deben ayudar a los gestores a leer los datos en tiempo real (al cabo de unas horas o unos días esa información pierde todo su valor) para saber qué acciones tomar, y a los usuarios a acceder, vía Internet, a servicios que les hagan la vida más fácil.

La tecnología más palpable en los proyectos de ciudad del futuro son los sensores de todo tipo que miden aspectos como el tráfico, la climatología, la humedad de la tierra, el nivel de luz, la presencia de personas, el volumen de basura o residuos en los contenedores... Estos sensores pueden ayudar a saber al ayuntamiento de turno cuándo se debe vaciar una papelera o un contenedor de reciclaje de papel, o cuándo hay que regar un parque, lo que evita desplazamientos innecesarios, por un lado, y pérdidas de agua, por otro. Los sensores pueden ser la base de un despliegue de ciudad inteligente, pero hay más. Sobre ellos hay que desplegar líneas de comunicación (WiFi, cable, fibra óptica o 3G) para dar con la información; y, más arriba, sistemas de computación y programas que

trabajen los millones de datos disponibles y los vuelquen sobre mapas, gracias a tecnologías de geolocalización, para que así puedan aportar conclusiones y ayuden a decidir al responsable que los tiene delante, que podrá crear incluso simulaciones.

1.1 Por qué son necesarias las Smart Cities

A pesar de todos los escollos con los que hoy se encuentran los proyectos asociados a las ciudades inteligentes, no pueden olvidarse los beneficios que conllevan. Rafael Achaerandio, analista de IDC, asegura que el ahorro que tiene para una ciudad aplicar el cruce de datos puede llegar al 30% de sus gastos generales. Por su parte, María José Sobrini, de Cisco, calcula que una plataforma integrada basada en comunicaciones IP genera ahorros cercanos al 25% en los costes de explotación de los servicios existentes, y un 50% en los costes asociados a la puesta en marcha de los nuevos.

Además, Achaerandio dice que no hay que olvidar que estos avances, además de interesantes para el bolsillo, redundan en una mayor calidad de vida, que es lo que van buscando los ciudadanos, los políticos que los atienden y los emprendedores, y en general la gente con talento que hace que una ciudad florezca a largo plazo. Una ciudad bien gestionada es el mejor reclamo para lo que el profesor estadounidense Richard Florida ha llamado la *clase creativa*.

Javier Gil, director del área de Smart Cities en IBM, una de las compañías informáticas que más están haciendo en este campo, lo resume muy bien al considerar que el objetivo último de una ciudad inteligente es «proporcionar una mejor calidad de vida al ciudadano, un ecosistema adecuado para que sus profesionales puedan desarrollar su trabajo y una base sólida para que las empresas puedan desarrollar sus negocios».

Por eso, una ciudad que no se ponga las pilas en este aspecto está condenada a quedarse atrás y perder poder de seducción. Es algo que, por ahora, han entendido bien los gestores de Amsterdam, Estocolmo y Singapur, entre otros.

En la siguiente tabla se muestra el ahorro que supondría el uso de nuevas tecnologías que propone la Smart City:

Área de aplicación	Ahorro
Riego de parques y jardines	15% del agua utilizada
Recogida de basuras	25% en requerimiento de transporte según el tipo de residuos
Gestión del tráfico	17% de emisiones de CO2 a la atmósfera
Smart Metering	10% en el consumo de energía eléctrica. 7% en el consumo de agua particular

[1]Tabla. Ahorros en la provisión de servicios en el marco de una Smart City

Fuentes de Valor de una Smart City:

Reducción del gasto público: se reduce el gasto público dedicado a la provisión y gestión de los servicios públicos

Incremento de la eficiencia y la calidad de los servicios: es posible realizar una gestión más eficiente de los recursos y mejorar la calidad de los servicios prestados

Ofrece soporte a la toma de decisiones: facilita la identificación de las necesidades de la ciudad y el planteamiento de nuevos servicios para ofrecerles soporte

Favorece la innovación: ofrece una plataforma ideal para innovar, incubar nuevos negocios e ideas y en general favorecer el desarrollo social

Ofrece información en tiempo real: mejora el grado de conciencia de los ciudadanos sobre el entorno en el que habitan proporcionando información que fluye en tiempo real y al mismo tiempo mejora la transparencia de la administración.

En definitiva, una Smart City viene a apoyar el desarrollo de las ciudades, tanto en lo que respecta a las mejoras de sus problemas actuales, como en la identificación y gestión de sus problemas futuros así como en la configuración de su propio alcance como ciudad.

2. Optimización de servicios municipales.

2.0. Los servicios de la Smart City.

Dentro de un proyecto global de Smart City se encuentran muchos tipos de iniciativas. Para ser una verdadera Smart City es imprescindible tener una visión holística de todas las necesidades de la ciudad y por lo tanto, de todo lo que se puede ofrecer en este contexto.

Los puntos clave en los que se suele sostener un proyecto de Smart City tienen que ver con la movilidad urbana, la eficiencia energética y sobre todo, con la gestión sostenible de recursos, la gestión de las infraestructuras de la ciudad, el gobierno participativo y la seguridad pública, así como con las áreas de salud, educación y cultura.

2.1. Movilidad urbana

Una de las iniciativas más implementadas por la Smart City es el concepto de la movilidad en las ciudades. El concepto de movilidad se refiere a la sostenibilidad, la seguridad y la eficiencia de las infraestructuras y sistemas de transporte, así como a la accesibilidad local, nacional e internacional.

El mayor problema de la movilidad es la congestión del tráfico. Este concepto tiene un impacto muy negativo en la calidad de vida de la ciudad, ya que supone una disminución de la productividad, un empeoramiento de la calidad del aire y una contaminación acústica considerable.

Según un estudio, se calcula que las carreteras congestionadas cuestan 78.000 millones de dólares por los 4.200 millones de horas perdidas en ellas y los 11.000 millones de litros de combustible gastados. Se estima que el 10% de las redes de carreteras están afectadas a diario por atascos, además, el transporte por carretera representa el 83% del consumo energético del total del sector transportes y el 85% de las emisiones de CO₂.

Ante estas cifras, es razonable que las iniciativas relativas a la gestión de la movilidad sean una de las primeras en abordarse a la hora de plantear una Smart City.

Gestión del tráfico en tiempo real

Las soluciones en este sentido tratan de facilitar al conductor la información en tiempo real del tráfico, así como gestionar las incidencias en carretera, las zonas en obras, el "timing" de los semáforos y la señalización, entre otras. A esto hay que sumar la actualización de los mapas, las recomendaciones sobre las rutas óptimas en términos de tiempo o de distancia así como los consejos para favorecer conductas ecológicas al volante,

el también denominado “ecodriving”, que minimicen el impacto de los vehículos en el medioambiente.

Estos sistemas son capaces de realizar un seguimiento y una localización de vehículos en tiempo real y adaptar la gestión del tráfico según las condiciones actuales o previstas, además de adaptarse a situaciones especiales como la creación de un carril rápido para servicios de urgencias (p. ej. ambulancias, policía, bomberos...).

Uno de los proyectos más destacados sobre la gestión inteligente de la movilidad urbana es el llamado proyecto MARTA (Movilidad y Automoción con Redes de Transporte Avanzadas), una de las mayores iniciativas público-privadas en la historia de la investigación española, que ha contado con un presupuesto de 35 millones de euros y en el que han participado 18 empresas españolas de diferentes sectores, además de 19 centros de investigación y universidades, con un ámbito de actuación global que abarca 8 comunidades autónomas. El objetivo perseguido con este proyecto ha sido gestionar el tráfico de un modo más eficiente, reducir el número de accidentes y disminuir el impacto ambiental de la automoción.



El objetivo de MARTA es el de contribuir a la solución de problemas en términos de congestión, seguridad e impacto ambiental, con la finalidad de reducir los accidentes y mejorar la movilidad en Europa a través de sistemas tecnológicos avanzados. MARTA ha investigado aplicaciones para integrar los vehículos a la infraestructura y centros de emergencia para gestionar los accidentes y aumentar la seguridad.

Otro ejemplo que podemos destacar es el de la ciudad de Granada, en la cual en 2012 el Ayuntamiento presentó una aplicación pionera para SmartPhones que permite la consulta a través de Internet sobre información relativa a movilidad y tráfico de la ciudad con el uso de tecnologías de “realidad aumentada”. Gracias a esta aplicación, los granadinos o visitantes tienen a su disposición una colección de señales de tráfico virtuales que les informan de las distintas restricciones de circulación y aparcamiento, evitando así atascos innecesarios.

Gestión de los medios de transporte de viajeros

El crecimiento de la población en las ciudades así como los nuevos hábitos de vida están presionando los sistemas de transporte para que aumenten su capacidad y ofrezcan un servicio más enfocado a los ciudadanos.

Por ello, es razonable que otro conjunto de soluciones especialmente relevante sean aquellas que ayudan a gestionar las redes de autobuses y en general los medios de transporte urbanos, mejorando su eficiencia, permitiendo predecir mejor la demanda para optimizar el uso, reduciendo los costes operacionales, aumentando la seguridad y en general, mejorando la experiencia de usuario.

Un gran ejemplo en este sentido es el metro de Londres, ya que se trata de una solución que facilita el mantenimiento proactivo de unas instalaciones enormes que dan servicio a una de las ciudades más importantes del mundo. Gracias a la supervisión en tiempo real del grado de utilización de estos elementos, es posible optimizar su mantenimiento reduciendo costes y minimizando el impacto de las incidencias en los usuarios. Todos sus elementos están interconectados entre sí y además están conectados con los centros de operación. Todos los datos son almacenados y son utilizados para tomar mejores decisiones en tiempo real.

Madrid es otra ciudad que no quiere quedarse atrás en este ámbito, y a mediados de 2011 alcanzó un proyecto de colaboración con Telefónica para facilitar la gestión del transporte, incorporando unas pantallas panorámicas en los autobuses de la línea 27 de la ciudad que ofrecen a los pasajeros información sobre el recorrido de la línea, próximas paradas o posibles incidencias en la red de autobuses de la ciudad. El objetivo del Ayuntamiento de Madrid es mejorar el sistema de movilidad de una ciudad tan extensa como Madrid, por la que cada día se desplazan más de 5 millones de ciudadanos y visitantes.



[2] Inauguración Red de Pantallas en Metro de Madrid

Gestión de aparcamientos

La búsqueda de aparcamiento es uno de los grandes problemas del día a día en las grandes ciudades. Un estudio estima que hasta el 45% del tráfico en Manhattan es generado por coches que están dando vueltas para buscar una plaza de aparcamiento. Si se redujera el tiempo de búsqueda de estacionamiento se reduciría mucho el total de toneladas de emisiones de CO₂ en una gran ciudad.

Las aplicaciones de búsqueda de aparcamientos se valen de sensores distribuidos por la ciudad que permiten identificar las plazas libres, evitando desplazamientos inútiles y minimizando el tiempo de circulación de los vehículos. Además, esta iniciativa podría completarse con otra aplicación que permitiera pagar el parquímetro a través del móvil. En la ciudad de San Francisco existe un servicio de este estilo, que ofrece información en tiempo real de la disponibilidad de plazas de garaje a través de una aplicación para iPhone.

En España se está trabajando en este servicio dentro del proyecto Smart Santander. En la actualidad, por ejemplo, un gran porcentaje de centros comerciales cuentan con sensores en sus aparcamientos subterráneos, con un sistema de luces verde-libre, rojo-ocupado, que minimiza el número de movimientos innecesarios, ya que de un simple vistazo el usuario es capaz de visionar si hay alguna plaza libre.

Gestión de flotas

La gestión de flotas es la gestión del conjunto de vehículos de una organización. La gestión de flotas puede incluir una variedad de funciones como financiación, mantenimiento de vehículos, sistemas telemáticos (seguimiento y diagnóstico), gestión de conductores, gestión de combustible y gestión de la seguridad y la salud. La gestión de flotas permite minimizar o eliminar los riesgos asociados con la inversión en vehículos y mejorar su eficiencia y productividad, cumpliendo con la normativa legal.

Se pueden aplicar las tecnologías móviles para el seguimiento de los vehículos así como usar sistemas embebidos para planificar rutas. Todo esto ayuda a reducir los tiempos en ruta, optimizar las cargas y el uso de la flota y su mantenimiento. Además, se produciría un ahorro de combustible y por lo tanto una disminución en la emisión de gases.

En España destaca la aplicación de gestión de flotas del Ministerio de Fomento que permite gestionar todas las máquinas quitanieves.

Gestión del uso de bicicletas

Son muchas las ciudades que están fomentando el uso de las bicicletas con el objetivo de reducir las emisiones de CO₂ y en general conseguir un entorno más habitable. Copenhague es una de estas ciudades, de hecho, es la ciudad en la que más uso se hace de la bicicleta del mundo. El 50 % de sus ciudadanos utiliza la bici y la ciudad se ha planteado como objetivo ser la primera ciudad neutra en CO₂ en 2025. En este sentido está utilizando soluciones basadas en la tecnología, entre ellas hay que destacar el proyecto Copenhague Wheel, el cual consiste en una rueda de una bicicleta que la convierte en un

vehículo híbrido gracias a un motor que utiliza parte de la energía que el ciclista invierte en el pedaleo.

En Madrid se han hecho eco de esta iniciativa y en febrero del presente 2013 se ha inaugurado la primera estación de Bike-In Sharing para el uso compartido de bicicletas eléctricas instalado por Geofoton Soluciones Sostenibles. Esta iniciativa cuenta con un sistema automático de gestión de flotas y propone abonos mensuales de diferentes precios según el tiempo de uso de la bicicleta.

Son numerosos los carriles bicis construidos en las distintas localidades de Madrid, como por ejemplo en Leganés, cuyo plan de movilidad sostenible incluye el objetivo de fomentar el uso de bicicletas para reducir la contaminación de la ciudad.

Aplicaciones de trazabilidad y logística

La gestión de la trazabilidad de un producto consiste en poder determinar en todo momento su procedencia y la de los componentes que lo forman, la identidad de los proveedores, fabricantes y distribuidores que los manipularon, y las operaciones y transportes a los que fueron sometidos desde su origen hasta su destino.

Hay diferentes servicios en esta línea que incrementan tanto la eficiencia en el transporte, como en el almacenamiento así como la monitorización y la gestión de los bienes en las ciudades. Con estas soluciones es posible, además, recopilar datos que permitan conocer la huella de carbono generada y así poder actuar para reducirla

El SGT (Sistema de Gestión de Trazabilidad) desarrollado por tecsidel es una solución orientada a capturar la información relacionada con la trazabilidad de productos, tanto externa como interna, y a disponer de servicios de consulta y gestión de dicha información. El sistema SGT se alimenta de datos de trazabilidad, pudiendo estos datos provenir de sistemas externos; aplicaciones de captura de datos desarrolladas a medida; elementos de identificación automática; y deducción de datos de trazabilidad.

Las principales características del Sistema de Gestión de la Trazabilidad de tecsidel son:

- Consolida datos de trazabilidad de diferentes localizaciones de la organización (organización- sociedades - centros - almacenes).
- Adaptable a las necesidades específicas del cliente.
- Adaptable a distintos dispositivos de captura de datos de trazabilidad

Pago de peajes

Aquí encontramos todos los sistemas que permiten pagar un peaje sin la necesidad de parar. Un ejemplo, en 2012 España y Portugal se pusieron de acuerdo para facilitar el modo de pago en alguno de sus peajes fronterizos con dos nuevos sistemas: EasyToll y Toll Card.

De los dos nuevos sistemas, EasyToll permite asociar una tarjeta de crédito a la matrícula del vehículo extranjero durante un mes y, cada vez que la detecten los arcos electrónicos de los peajes, se descontará de ella el importe correspondiente. El otro procedimiento, Toll Card, una tarjeta precargada con cantidades de cinco a cuarenta euros y a la venta en estaciones de servicio y oficinas de correos, incluye un número que hace la misma función de la tarjeta de crédito, pero se activa y asocia a la matrícula por teléfono, con un SMS.

Soporte al uso de vehículos eléctricos

En 2008 el sector de transporte fue responsable del 38% del consumo de energía final en España; el transporte por carretera sigue siendo enormemente dependiente de los productos petrolíferos (en un 98%), y, además, representa más de la cuarta parte de las emisiones totales de CO2 en España (el 25,4 %), correspondiendo al transporte por carretera del orden del 80% del consumo energético del sector y del 90% de sus emisiones de CO2. Además, La Agencia Internacional de la Energía estima que en 2050 habrá 2.000 millones de vehículos en todo el mundo.

Por tanto, se necesitan de aplicaciones que ayuden a la incorporación de soluciones para el desarrollo de esta industria.

Existe una estrategia para el impulso del vehículo eléctrico en España:



Esta estrategia será concretada y pormenorizada en un primer Plan de Acción 2010-2012, que será actualizado para la segunda mitad de la vigencia de la estrategia, momento en que ya será más abundante la oferta de vehículos y se conocerá con más certeza la evolución de estas tecnologías claves.

El objetivo es maximizar la industrialización de componentes y módulos específicos para el vehículo eléctrico e híbrido enchufable, tanto propios del VE como elementos asociados al VE (comunicación con VE, infraestructura de recarga, etc.) y establecer líneas de fabricación de estos vehículos en plantas españolas con el fin de satisfacer, en gran medida, la demanda que se va a potenciar, y no perder, así mismo, la posición como tercer país europeo en la fabricación de automóviles. Alquilar o compartir por horas un coche eléctrico ya es posible en ciudades como Sevilla, Madrid, Barcelona, Sagunto (Valencia) o Ataun (Gipuzkoa). Sus ventajas son indudables: por un precio que oscila entre dos y cinco euros por hora, se puede utilizar un coche

silencioso, no contaminante y que incluso puede aparcarse sin restricciones en zonas azules.

En Madrid, la empresa HelloByeCars dispone de una flota íntegra de coches eléctricos de alquiler. Los autos, del modelo urbano Toyota IQ, ideales para moverse por grandes ciudades, están aparcados en zonas céntricas y estratégicas de la capital, como hoteles. El precio ronda los cinco euros y medio por hora y 54 euros todo el día. Con estos vehículos también se puede aparcar gratis hasta cinco horas diarias en las zonas azules de la ciudad y circular por las áreas de Prioridad Residencial.

Servicios de compartición de vehículos

En este grupo se incluyen los sistemas dinámicos para compartir coche o los desarrollos que permiten optimizar los sistemas de transporte de personas que residen cerca y tienen un lugar de destino común.

Un ejemplo, la empresa Amovens permite compartir coche con personas que van al mismo sitio, ya sea para viajar a otra ciudad o para tus trayectos cotidianos (a la universidad, al trabajo, etc.). Así se permite ahorrar dinero y recortar emisiones de CO₂.

2.2. Eficiencia energética y medio ambiente.

Smart Energy Grid

Las redes inteligentes o “smart grids” definen la mejora de la infraestructura de los segmentos que componen el sistema de suministro de energía, incluyendo la generación de energía, la transmisión, la distribución y el consumo.

La red inteligente proporciona la automatización necesaria para administrar los recursos de energía mediante la mejora de su uso, minimizando los residuos e informando en tiempo real tanto a proveedores como a consumidores. Se requiere para ello una infraestructura moderna, inexistente hasta el momento, que maximiza la entrada y distribución de energía y a la vez sea económica de operar y mantener.

La red inteligente se basa en las conexiones entre proveedores, distribuidores y consumidores.

Las actividades actuales de Smart Grid se centran en dos áreas principales de mejora: la automatización de la información en tiempo real, y la estandarización de la red para que todos los sectores sean capaces de comunicarse con el otro. Estos cambios harán que se ahorre en costes de todo el sistema y mejorara la eficiencia de toda la red.

Algunos de los beneficios de una red inteligente:

- Monitorización remota y control de la producción y consumo de energía.
- Medición precisa utilizando tecnología digital.
- Reducción de costes de electricidad debido a un consumo más preciso y sensible.
- Una mejora en la toma de decisiones del consumidor sobre su consumo de energía.

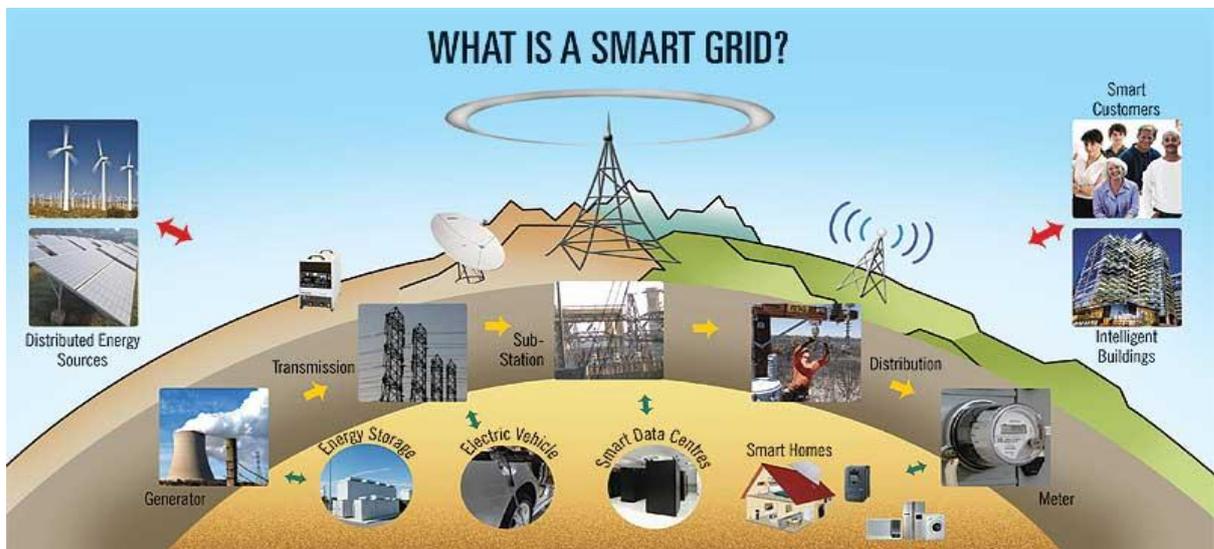
- La comunicación bidireccional entre la red y los usuarios finales.
- Gestión más eficaz de la red por parte de los proveedores.
- Implementación de la seguridad cibernética en todo el sistema de protección.
- Relación entre proveedores y consumidores de energía con más información y cooperación.

Los defensores de la red inteligente creen que va a abrir nuevos mercados para los productores a pequeña y gran escala de energías alternativas como la solar, la eólica y los biocombustibles mediante la descentralización de la generación.

En poblaciones pequeñas, pero crecientes, los usuarios con generación de energía en su hogar podrían sumarse para alimentar la red, creando entre usuarios y proveedores de energía una relación más compleja.

A largo plazo, la transparencia ofrecida por la red eléctrica inteligente abre nuevos mercados. La actual era digital hace inevitable la necesidad de esta transparencia. La exitosa implementación de la infraestructura se enfrenta a dos obstáculos monumentales: estándares globales y la seguridad cibernética.

La interconexión permite que cada una de las partes de la red sea capaz de comunicarse con cualquier otra parte de la red. Requiere que todos los proveedores se conecten entre sí. Nos encontramos ante un marco coordinado de protocolos y normas, respetadas por todos los miembros de la red.



[3] Esquema Smart Grid

¿Cómo funciona una Smart Grid?

Del mismo modo que Internet, miles de millones de conexiones y dispositivos se encuentran entrelazados entre sí mientras realizan el seguimiento y medición con un alto

nivel de seguridad. Es un medio para que los productores de energía puedan predecir con mayor precisión las necesidades de energía y puedan analizar en tiempo real su uso. En el otro lado extremo de la transacción, esta tecnología ofrece a los consumidores monitorizar y tomar decisiones sobre sus consumos y cuanto paga por ellos.

Debido a la condición del sistema tal y como lo conocemos, el precio pagado por la energía no es siempre el real. Al menos dos de los factores que causan esto son incontrolables:

✓ **La capacidad de medir con precisión el consumo de energía.**

✓ **La variabilidad de la demanda.**

Los precios de la energía no reflejan el coste real de producción ya que las estimaciones se basan en los gastos medios anuales. El resultado es un sistema anticuado que no refleja ni el uso ni el coste real.

Con la arquitectura planeada para la red global de proveedores de energía, se dará lugar a mejoras como las siguientes:

- Seguimiento y control sobre todos los componentes de red.
- Mayor seguridad de los ciber-ataques.
- PC basado en la toma de decisiones, facilitando la rápida respuesta y resolución.
- Reducción de la frecuencia y la duración de los cortes de energía, reduciendo el número de apagones regionales y otros problemas dentro de la red.
- El ahorro de energía, tanto en cantidad de energía requerida y el precio que se paga por ella

Smart Metering

La estructura Smart Grid exige la lectura de datos en tiempo real para aspectos a nivel de sistema como la gestión de recursos y su supervisión, además de aspectos a nivel de usuario como la facturación automática o el control del consumo energético, que son, entre otros, algunos de los nuevos servicios y aplicaciones que requiere la generación distribuida y el consumo sostenible.

Esta forma de lectura de los datos con los nuevos equipos se basan en la capacidad de gestionar tanto los contadores como el gran volumen de datos medidos mediante lo que se denomina Smart Metering.

El equipo para la medida de la energía eléctrica consumida es un contador eléctrico o "Meter" el cuál consta de tres elementos principales: sistema de medida, elemento de memoria y dispositivo de información. En este sentido el contador eléctrico realiza la función de interfaz de la red con el usuario, es el *front-end* de la red.



[4] Estructura genérica del contador de energía eléctrica

Los equipos programables de medida son de tipo electrónico:

Advanced Meter Infrastructure (AMI), estos equipos permiten la lectura del consumo “a la carta” de la energía acumulada o de la potencia instantánea, admiten opciones de precios diferenciados por tipo de medida y registros de la demanda, o programación de intervalos de “carga” previamente acordados con cada cliente. Permiten comunicación en red con la oficina de gestión.

Smart Meters, estos equipos proporcionan mediante el centro de gestión la información y el control de los parámetros de calidad y de programación del servicio junto con la actualización del software de medición de forma telemática. Contempla la comunicación ampliada en red con el gestor y Home Area Network (HAN) con los equipos locales de consumo.

En conclusión, la evolución tecnológica es el Smart Meter, que básicamente es un AMI que incluye como mínimo los siguientes suplementos: control de energía mediante un ICP programable que establece el límite de consumo; un puerto HAN y servicios de tarificación bajo demanda.



[5] Esquema general del sistema de telemedida

En la ciudad de Norman (EE.UU.), se instalaron en agosto de 2010 unos 42.000 Smart Meters y en este caso se concluyó que el consumo eléctrico durante los períodos pico disminuía un 33 % y que los usuarios que contaban en su hogar con un termostato inteligente ahorraban un 57 % del consumo durante estos períodos.

Por su parte, ciudades como Londres o Helsinki esperan reducir más del 30 % de sus emisiones de carbono a través del cambio de hábitos de los propios ciudadanos. De hecho, Helsinki, a través de su proyecto Low2no, pone de manifiesto que el 50 % de la huella de carbono de los ciudadanos tiene que ver con el estilo de vida de estos, por lo que ha lanzado una aplicación que ayuda a cambiar estos comportamientos.

Recogida y tratamiento de residuos urbanos

En cuanto a las aplicaciones relativas al tratamiento de residuos urbanos, están apareciendo innovaciones como, por ejemplo, el uso de sensores que avisan cuando los contenedores están llenos.

Un ejemplo es el proyecto e-Garbage, que tiene como objetivo mejorar los sistemas para la recogida de basuras reciclables mediante una red de sensores. Con este proyecto se persigue mejorar la eficiencia de estos sistemas así como hacerlos más cercanos a los habitantes fomentando el reciclaje en las ciudades. Para conseguirlo se basan en analizar y desarrollar un sistema que permita detectar y generar alarmas ante la necesidad de recogida de residuos, además de analizar y desarrollar un sistema de localización que permita mostrar las rutas óptimas y más eficientes para la recogida

Gestión de parques y jardines públicos

Muchas ciudades se han puesto manos a la obra para optimizar el gasto de agua en jardines públicos.

En la ciudad de Barcelona, con el objetivo de organizar y reducir al máximo el consumo del agua para el riego, en todos los parques y jardines de nueva creación se instala riego automatizado para el goteo. En los ya existentes, estos sistemas se implantan en la medida que es posible. En lo que respecta a la procedencia del agua, progresivamente se va extendiendo la red de aprovechamiento de agua freática con la disminución consiguiente del consumo de agua potable.

Los sistemas de riego también están dotados de pluviómetros o sensores de humedad que permiten optimizar el consumo de agua y evitan regar cuando llueve o cuando el suelo tiene bastante humedad.

Medición de parámetros ambientales

Otro campo que es necesario monitorizar en el ámbito de las ciudades tiene que ver con el seguimiento de los parámetros ambientales. Se trata de medir la calidad del aire, la calidad del agua, el ruido, la humedad, la temperatura, la concentración de polen, etc.

En este sentido llama la atención la ciudad de Singapur. El proyecto Live Singapur tiene como objetivo facilitar a los ciudadanos datos del movimiento de gente, taxis, pasajeros en los aeropuertos, contenedores en el puerto, consumo de electricidad o condiciones meteorológicas. Los 20.000 taxis de la urbe cuentan con sensores que reportan información en tiempo real del tráfico, mientras que los coches particulares se venden con un dispositivo que acepta las tarjetas prepago indispensables para circular por determinados sitios.

En España podemos encontrar ejemplos más modestos pero interesantes, como por ejemplo en una localidad de Murcia se ha llevado a cabo un proyecto cuyo objetivo es medir parámetros ambientales en La Sima de La Higuera, una red de galerías subterráneas de más de algo más de 5.000 metros. Estas mediciones se realizan por medio de unas estaciones que registran medidas ambientales tomando temperatura, humedad y CO₂. Los datos recaudados son guardados en una base de datos que se cuelga en la página web, para que los visitantes tengan acceso a los datos.

2.3. Gestión de infraestructuras y edificios públicos

Los edificios son las piezas básicas de las que están compuestas las ciudades. Consumen en torno al 40 % de toda la energía mundial y se estima que, además, el 50 % de todo ese consumo no es eficiente. En el caso de Estados Unidos, los edificios llegan a consumir el 70 % de toda la electricidad, de la cual el 50 % se malgasta, y de la misma forma derrochan el 50 % del agua que consumen. Ante este panorama es razonable que aplicar la tecnología para mejorar esta gestión sea uno de los ámbitos más destacados de las Smart Cities.

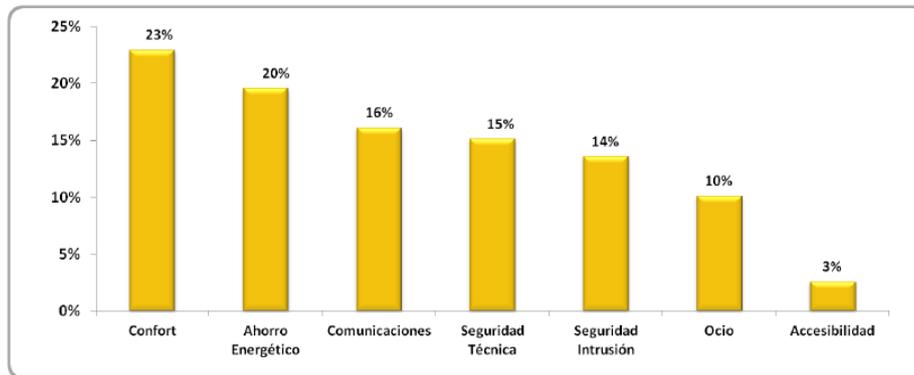
Inmótica

Los sistemas inmóticos en edificios son una de las inversiones más rentables tanto desde el punto de vista económico como medioambiental.

Según el estándar europeo EN 15232 “Rendimiento energético en edificios. Impacto de la Inmótica”, los sistemas de gestión centralizada pueden, dependiendo del edificio y de la calidad de los equipos de control, producir ahorros muy significativos. Según estimaciones con modelos dinámicos, cerca del 18% en hospitales, 25% en hoteles, 39% en oficinas y casi un 50% en centros comerciales.

El ahorro energético se obtiene mediante el control inteligente de climatización e iluminación en función de la zona, la hora del día, la presencia, los recursos naturales existentes, control de toldos y persianas, apagado general, gestión consumo en espera, programación desconexión de circuitos no prioritarios, encendido electrodomésticos en función de tarifas de menor coste, monitorización consumos, control del riego, etc.

En España, la demanda de domótica e inmótica en 2010 puede verse en el siguiente gráfico:



[6] Demanda de los usuarios en el 2010 catalogada por áreas de actuación

Gestión de infraestructuras públicas y equipamiento urbano

A los sistemas de automatización que actúan sobre ciudades se le denomina Urbótica.

Los campos de acción de esta disciplina son: movilidad urbana, eficiencia energética, gestión de infraestructuras públicas y equipamiento urbano y seguridad pública.

Cabe señalar que los sistemas tecnológicos que se apliquen en un espacio urbano deben lograr que las cámaras de control de la vía pública se utilicen para incidir sobre la coordinación de los semáforos, conocer el estado de las luminarias o que los sensores de humedad de la tierra de espacios públicos determinen la frecuencia del riego. Toda esa información se debe recabar de manera centralizada.

[2.4. Gobierno y ciudadanía](#)

Se hace referencia a los servicios que tienen que ver con el gobierno de la ciudad y su relación con la ciudadanía en todo lo relativo a la transparencia y participación en toma de decisiones.

e-Administración

La Administración está realizando un gran esfuerzo por utilizar las nuevas tecnologías para facilitar el acceso de los ciudadanos en beneficio de la transparencia. Desde la publicación de la Ley 11/2007 de acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos, las buenas intenciones se han convertido en un derecho del ciudadano.

Desde hace ya tiempo, la Administración Electrónica es uno de los servicios en Internet que más se ha desarrollado.

Como ejemplo en España podríamos destacar el de la ciudad de Córdoba. Se ha desarrollado un portal web con una "Carpeta del Ciudadano" la cual permite pasar de la "clásica" oficina de Registro (en la que el proceso acababa con la solicitud) a un sistema interactivo que mantiene al ciudadano informado en todo momento del estado en el que se encuentra el expediente tramitado. Así pues, el ciudadano podrá consultar cualquiera de los expedientes ya finalizados así como los aún pendientes. Conocer el estado de los mismos, las fases por las que ha pasado, los plazos y cualquier incidencia que hubiera sufrido el trámite en cuestión.

e-Participación

La incorporación de las TIC a la política ha abierto nuevas expectativas para la democracia. En un momento de crisis de legitimidad de la democracia representativa, emergen nuevas prácticas participativas que buscan acercar los ciudadanos y sus representantes y hacer la política más transparente. Las TIC pueden facilitar estas prácticas mejorando la información y la comunicación.

Es común hoy en día que las distintas administraciones estén presentes en redes sociales como Twitter o Facebook, para que los ciudadanos puedan expresar sus dudas e inquietudes, y ser respondidos de una manera más directa y rápida.

Gobierno Abierto y Open Data

En el año 2010 ha comenzado la explosión del movimiento Open Data consistente en la puesta a disposición de la sociedad de manera libre de gran cantidad de datos procedentes de diferentes organizaciones, fundamentalmente del ámbito de la Administración Pública o de aquellos proyectos que han sido financiados con dinero público o creados por una institución pública. En general, los datos proporcionados suelen estar en formato no-textual y tratan sobre diferentes temáticas (médicos, geográficos, meteorológicos, sobre biodiversidad, relativos a servicios públicos, etc.).

El objetivo de abrirlos a la sociedad es que ésta pueda sacar provecho de ellos ya que las organizaciones que los ofrecen no pueden, no quieren o simplemente no tienen la capacidad de analizarlos o de procesarlos. Ponerlos a disposición de la sociedad hace que cualquier persona u organización pueda construir sobre ellos una nueva idea que resulte en nuevos datos, conocimientos o incluso servicios. Se trata pues de abrir una puerta a la innovación y al conocimiento así como ofrecer nuevas oportunidades de negocio.

Entre los ejemplos de esta nueva tendencia destaca el Proyecto Aporta que persigue la finalidad de reutilizar la información del sector público en el entorno del Plan Avanza 2. En él, todos los Organismos y Administraciones Públicas facilitan la información disponible, catálogos de información pública, desde los cuales se puede acceder fácilmente a los diferentes recursos y bases de datos disponibles.



2.5. Seguridad Pública

A medida que crecen las ciudades se hace más difícil coordinar la seguridad pública. Las nuevas tecnologías pueden ayudar a sostener este crecimiento.

Gestión de servicios públicos de emergencia y protección civil

La protección civil es un servicio público en cuya organización, funcionamiento y ejecución participan las diferentes Administraciones Públicas, así como muchos otros actores que están involucrados en la Gestión del riesgo, entre los que adquieren un singular protagonismo los propios ciudadanos.

Cualquier aplicación que permita optimizar la capacidad y el tiempo de respuesta de los servicios de emergencia será de gran utilidad en el entorno de las ciudades.

Videovigilancia y seguridad ciudadana

Para velar por la seguridad en las grandes ciudades se crean sistemas de videovigilancia para minimizar riesgos.

La delincuencia y la inseguridad en algunas calles es una realidad en la mayor parte de capitales del mundo, el actuar con inmediatez es una exigencia de los ciudadanos.

En la ciudad de Lima, para solucionar estos problemas y mantener vigilado el entorno con eficacia es necesario implementar el sistema de video vigilancia con cámaras IP, debido a la alta calidad de imágenes y su versatilidad para captar objetivos precisos, ya sea en una calle o en una empresa.

2.6. Salud

Telemonitorización y telemedicina

En un entorno en el que la población está envejeciendo y se incrementa la incidencia de las enfermedades crónicas, el uso de la tecnología se hace si cabe más necesario ya que ésta puede ayudar a la contención de los costes de asistencia sanitaria y contribuir al mantenimiento de los niveles esperados de calidad del servicio.

He aquí algunas de las consideraciones de los expertos sobre el control de pacientes respiratorios crónicos:

- El 70-80% del gasto sanitario está motivado por las enfermedades crónicas. La aplicación de la telemedicina y la tele-monitorización a domicilio suponen una oportunidad de mejora del sistema organizativo y de gestión.

- Las terapias respiratorias domiciliarias permiten al paciente estar en su casa, a la vez que mejoran su calidad de vida y hacen posible que sus limitaciones sean las menores posibles.
- Diariamente más de 1.600 profesionales visitan los hogares del medio millón de personas que utilizan terapias respiratorias domiciliarias en España.
- “Administración, neumólogos, personal de enfermería y empresas de suministro debemos formar una auténtica coalición en torno al enfermo respiratorio crónico”, afirma el doctor Julio Ancochea.
- El avance de las tecnologías de la información y la comunicación, la prestación domiciliaria y el control del cumplimiento de las terapias por parte del paciente, constituyen los tres grandes retos de futuro en el abordaje de las enfermedades respiratorias crónicas.

Teleasistencia y servicios sociales

Los sistemas de tele-asistencia facilitan la vida independiente de personas con necesidades especiales, ancianos y enfermos. A estos se les suman los sistemas de localización que permiten ofrecer asistencia a domicilio a personas mayores en un tiempo más corto.

Los servicios más frecuentes en este ámbito dotan a los usuarios de brazaletes con identificativos GPS que permiten localizarlos para seguir su estado de salud y su medicación. Se pueden además complementar con los sistemas de diagnóstico remoto en el hogar del paciente, que permiten monitorizar el estado de las señales vitales, la presión sanguínea, los niveles de glucosa, etc., y sirven para evitar desplazamientos a los centros de salud que pueden resolverse con un seguimiento remoto.

[2.7. Educación, capital humano y cultura](#)

e-learning y Teletrabajo

La metodología e-learning se basa en el aprendizaje colaborativo y en la concepción del aprendizaje como un proceso social, activo, de exploración y descubrimiento. La tecnología es un medio y no un fin, siendo el papel del profesorado como facilitador del aprendizaje.

Las ventajas que ofrece esta metodología para el personal de la empresa son: eliminación de barreras espaciales y temporales (desde su propia casa, en el trabajo, en un viaje a través de dispositivos móviles, etc.), prácticas en entornos de simulación virtual, difíciles de conseguir en formación presencial, gestión real del conocimiento, intercambio de ideas, opiniones, prácticas, experiencias, enriquecimiento colectivo del proceso de aprendizaje sin límites geográficos, actualización constante de los contenidos y favorece el acceso a la formación.

El teletrabajo consiste en la utilización de las redes de telecomunicación para trabajar desde un lugar fuera de la empresa usando sus sistemas informáticos.

Las ventajas que ofrece esta medida de conciliación para la plantilla son: mayor autonomía, flexibilidad y movilidad, aumento de la productividad, más oportunidades laborales, mayor especialización, más vida familiar, mejor integración laboral de personas con discapacidad, más unificación familiar de objetivos, posibilidad de combinar con tareas domésticas, menor estrés, menos desplazamientos, elección personal del entorno de trabajo, más tiempo libre, mejor rendimiento que en la oficina, horario flexible y en definitiva una mejor calidad de vida.

Con estas dos opciones se da la posibilidad al personal de la entidad de utilizar las nuevas tecnologías para poder realizar formación y parte de su trabajo habitual desde el domicilio permitiéndoles mejorar el equilibrio entre la vida personal, familiar y laboral.

e-turismo y servicios de información culturales

Consiste en aplicaciones sobre guías y callejeros de ciudades, ofreciendo todo tipo de servicios de buscadores muy aprovechables para turistas en ciudades desconocidas.

Las empresas turísticas se enfrentan hoy al gran reto de incorporar las nuevas tecnologías de la información y comunicación en el desarrollo de nuevos modelos de gestión y comercialización que fortalezcan la competitividad de las empresas, las entidades y los destinos turísticos.

En este sentido, la aplicación comercial Layar permite a una institución cultural o Administración pública dotar a sus ciudadanos y visitantes de una completa guía multimedia usando sus propios Smartphone como dispositivo.

2.8. e-Comercio

Los sistemas de e-comercio en general y las plataformas de pago a través del móvil facilitan una plataforma desde la que proveer el servicio de pago a múltiples servicios.

En éste entorno, la tecnología NFC nos ofrece una plataforma abierta pensada desde el inicio para teléfonos y dispositivos móviles.

La premisa básica a la que se acoge el uso de la tecnología NFC es aquella situación en la que es necesario un intercambio de datos de forma inalámbrica. Lo usos que más futuro tienen son:



- ❖ **Identificación:** el acceso a lugares donde es precisa una identificación podría hacerse simplemente acercando nuestro teléfono móvil o tarjeta con chip NFC a un dispositivo de lectura. Los abonos de autobús son un ejemplo muy válido.
- ❖ **Recogida/intercambio de datos:** Google es el principal protagonista de este uso, pues en combinación con las etiquetas RFID, utilidades como marcar dónde estamos, recibir información de un evento o establecimiento son inmediatas.
- ❖ **Pago con el teléfono móvil:** sin duda alguna es la estrella de los usos del NFC. La comodidad de uso y que el gasto pueda estar asociado a nuestra factura o una cuenta de banco son armas muy poderosas y esta tecnología está camino de ser el método de pago del futuro.

Esta aplicación se ha llevado a cabo en la ciudad de Niza bajo el proyecto Cityzi, desplegándose un piloto pre-comercial de pagos con el móvil. Así pues, una acción tan común como pagar el autobús podría hacerse de manera más sencilla utilizando ésta tecnología.

3. Tecnologías aplicables.

La incursión y uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la sociedad en general han ocasionado su transformación en la denominada Sociedad de la Información y del Conocimiento, transformación que se basa en la modificación de las dimensiones espaciotemporales en que se realizan las comunicaciones y se accede a la información. De aquí que existan nuevas formas en que los investigadores recojan, analicen y presenten los datos. La evolución de Internet, principalmente, hace posibles nuevas formas de recolectar datos cualitativos así como nuevas escenas en dónde recolectarlos, lo que hace del trabajo de campo una práctica diferenciada a la práctica cualitativa convencional.

Una Smart City es un ecosistema complejo en el que intervienen numerosas tecnologías y múltiples agentes que las implementan, operan y usan. La creación de una ciudad inteligente es algo mucho más que la provisión de ciertos servicios de forma individual. Desplegar una Smart City lleva asociada la creación de una serie de infraestructuras así como disponer de mecanismos de gestión de la información y diferentes plataformas, todo ello integrado bajo una perspectiva global.

De manera sintética se pueden definir en cinco los pasos de la que podríamos denominar “cadena de valor tecnológica” de la Smart City:



[7]Cadena de valor Smart City

En primer lugar se encuentra la etapa de recolección de datos de la ciudad: Esta tarea la componen los sensores, actuadores y diferentes dispositivos que se encuentran en la ciudad, como los smartPhones, los vehículos, dispositivos de medida de infraestructuras fijas, estaciones meteorológicas, etc.

A continuación, se realiza la etapa de transmisión de los datos recopilados por la ciudad a través de las redes de comunicación. Este proceso se realiza mediante una combinación de infraestructura inalámbrica, móvil y fija dependiendo de las necesidades de movilidad, ancho de banda y latencia de la aplicación en concreto. Por regla general, los sensores transmitirán la información a través de protocolos ligeros a coordinadores o gateways que a su vez enrutarán los datos a través de líneas móviles o fijas y lo harán llegar a las bases de datos.

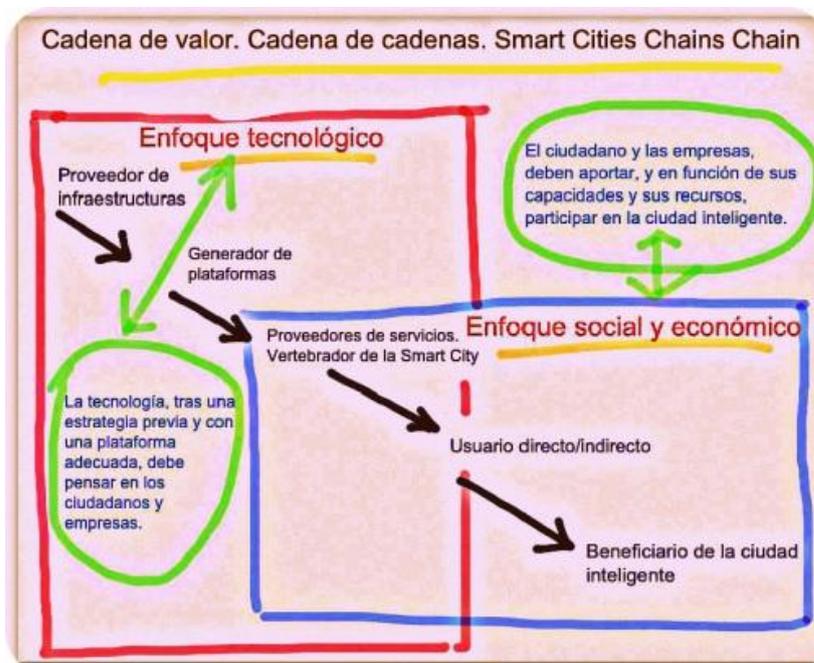
La tercera fase consiste en el almacenamiento y análisis de los datos: se trata de almacenar los datos en una plataforma central al mismo tiempo que son procesados mediante sistemas analíticos.

Para ello el repositorio de información debe permitir el uso posterior de los datos por parte de aplicaciones y servicios, siendo así un sistema no volátil.

En cuarto lugar, los datos alimentan una Plataforma de provisión de servicios, la cual proporciona la prestación de los servicios en el ámbito de la Smart City, y a su vez está formada por módulos que permiten realizar distintas operaciones, como gestionar el precio, facturar, etc. Además, tiene interfaces que serán utilizadas para implementar los servicios que serán entregados a los clientes finales.

Por último se encuentran los Servicios de la Smart City, que podrán ser desarrollados por los mismos agentes involucrados en el resto de la cadena de valor tecnológica o por otros agentes.

Partiendo de la base anterior, y si configuramos un modelo de desarrollo en el que participen activamente los ciudadanos, pensando en los beneficios que pueden obtener, más allá de la mejora de la gestión de servicios públicos y los parámetros de la ciudad, configuraríamos una cadena de valor que identificaría una serie de agentes:



[8] Cadena de valor Smart City

Tanto ciudadanos como empresas son lo que pueden ganar en productividad y competitividad generando los Smart Citizens, "ciudadanos inteligentes".

1. Los proveedores de servicios.

Una vez que la ciudad identifica una línea estratégica adecuada, para impulsar su desarrollo y acumula la información adecuada, gestionada por una plataforma adecuada, se genera la oportunidad de vertebrar y generar opciones de forma adecuada. Este enfoque, debe basarse en el verdadero conocimiento de las capacidades y recursos de los beneficiarios y usuarios del territorio, ámbito y la ciudad.

Sin duda es la gran oportunidad para empresas de base tecnológica o no, que decidan explorar a partir de sus capacidades o con la unión de capacidades. Esta opción que con una amplitud de miras permita explotar y explorar la información que se extrae de los datos obtenidos sobre la ciudad, puede generar nuevos nichos de mercados o mejorar la oferta de servicios existentes hasta la fecha.

Servicios aplicados al turismo, a la gestión empresarial, a la salud, la educación, a la productividad de la empresas, a la restauración, a la gestión del tiempo, etc. Es evidente que este enfoque posee una búsqueda o aplicación que genere un rendimiento económico a las empresas alineadas en un mismo fin. Aparecerían así las empresas inteligentes “Smart Companies”.

2. Usuarios, directos e indirectos de la ciudad inteligente.

Son usuarios directos, aquellos que apoyados en los vertebradores de servicios, pueden mejorar su oferta de servicios, para ciudadanos, planteando nuevas comodidades, nuevas aplicaciones o modificando la existentes. Un ejemplo claro son las empresas de la hostelería o restauración, que sin incrementar o generar un sobrecoste sobre su precio final, si puede ofrecer servicios a los usuarios, como por ejemplo incluir códigos QR, en su establecimientos, con información adicional en sus cartas de ventas o disponer de paneles informativos, con horarios o incidencias de puntos turísticos.

Son usuarios indirectos, aquellos a los que a través de los proveedores de servicios, se le plantea la opción de aumentar el portfolio de servicios, orientados a un beneficiario final, el ciudadano.

Con esta opción, y basado en un aplicación directa de un desarrollo previo por un vertebrador o proveedor de servicios, aumenta además de su valor, la opción de aumentar su cuenta de resultado.

3. El último eslabón. Los beneficiarios de la ciudad inteligente.

Es este orden, identificamos como beneficiarios, a los ciudadanos, a los cuales les llegan una serie de servicios, público-privados o privados, que mejoran su calidad de vida, una mejora de la emoción percibida o su competitividad, y en la mayoría de los casos, no directamente sujeta a un incremento de coste, sino basados en la opción de combinar la tecnología que está a disposición de los beneficiarios, con la mejora o combinación de opciones, dentro de una oferta de servicios, de carácter tecnológico que pueden ofrecer los usuarios indirectos.

Una vez realizada esta reflexión, volvemos a centrarnos en la “cadena de valor tecnológica” de la Smart City. Para llevar a cabo ésta cadena de valor, las aplicaciones de la Smart City han de tener los siguientes atributos:

- Sensible: Los sensores miden el medio ambiente.
- Conectable: Una red de dispositivos llevan la información de los datos físicos recogidos a través de los sensores a la web.
- Accesible: la mayoría de la información recogida de nuestro entorno se publica en la web, y es accesible para el usuario.
- Ubicua: El usuario puede tener acceso a la información a través de la web, pero lo que es más importante puede acceder a ella a través del móvil en cualquier momento y en cualquier lugar.
- Sociable: El usuario puede publicar la información a través de su red social.
- Se puede compartir: El objeto en sí mismo debe ser accesible y direccionable (no sólo los datos) a la manera de una auténtica *red peer to peer*.
- Visible/aumentada: Para adaptar el entorno físico, haciendo la información oculta visible no sólo a través de los dispositivos móviles, sino también a través de los objetos de la ciudad, como por ejemplo las señales de tráfico

[3.1 Tecnologías para la recolección de datos](#)

Las tecnologías sobre recolección de datos están básicamente sustentadas en la utilización de sensores y otros dispositivos de captura de datos, que permitan la obtención de la información generada por los ciudadanos de la Smart City.

Los sensores son tan diversos como los principios físicos en los que se basan. En la actualidad para medir cualquier variable física tenemos diversos tipos de sensores, con sus ventajas y desventajas. Los sensores más comunes y conocidos son los de proximidad física.

Los sensores son dispositivos capaces de convertir magnitudes físicas como la temperatura, la luminosidad, la presión atmosférica, etc. en valores numéricos que puedan ser tratados según conveniencia.

Los sensores permiten recopilar información de múltiples facetas de la ciudad, información que posteriormente puede ser tratada y empleada para tomar decisiones de gestión. Facilitan información sobre la situación del tráfico, sobre el consumo de energía, sobre las necesidades de iluminación, etc. Estos sensores pueden integrarse en la

infraestructura urbana, como los situados en las vías públicas o en los sistemas de distribución de agua o de energía; o bien pueden ser aportados por los propios ciudadanos, sea en los vehículos, en los terminales móviles o en cualquier otro elemento fijo o móvil de propiedad privada que se encuentra conectado a la red de comunicaciones de la ciudad.

Los terminales móviles, señaladamente los smartphones, constituyen una clase de dispositivos de especial interés para el modelo de Smart City. Su presencia generalizada en la ciudad, de la mano de la elevada penetración de este tipo de dispositivos entre la población, le otorga una ubicuidad y una capacidad de generar grandes volúmenes de datos que, una vez agregados y procesados, pueden ofrecer una información de enorme valor, en tiempo real, de la situación de la ciudad.

Los smartphones dotados de cámaras o de capacidad de posicionamiento, por ejemplo, están en disposición de transmitir, a través de las redes de comunicaciones inalámbricas, información útil para que la plataforma de servicios de la ciudad tome decisiones tendentes a optimizar servicios como la movilidad, el alumbrado público, o incluso la distribución de los efectivos de seguridad o de atención sanitaria.

En la actualidad, existen multitud de redes de sensores cuyos datos pueden ser consultados a través de Internet, pero el problema radica en que cada red utiliza sus propios estándares, protocolos y formatos de representación de datos. Por eso es importante disponer de una plataforma que ayude a gestionar esta heterogeneidad

Las características principales de los sensores deben ser:

- **Fácil instalación**
- **Coordinación con otros nodos**
- **Capacidad para tratar digitalmente la señal**
- **Bajo consumo y fácil mantenimiento**
- **Auto-diagnóstico y auto-identificación**
- **Protocolos de control y red estándares**
- **Fácil adaptación visual al entorno**
- **Reprogramables de forma inalámbrica**

En lo que se refiere al mantenimiento de los sensores, la tecnología que se suele utilizar es la metodología *over the air programming* (OTA). El mecanismo de OTA requiere el software existente y el hardware del dispositivo de destino para apoyar la función, es

decir, la recepción y la instalación de nuevo software recibidos a través del *wireless* de la red del proveedor.

Para las tecnologías de identificación, se suelen usar las etiquetas RFID y los códigos BiDi y QR.

Las etiquetas RFID son la forma de empaquetado más habitual de los dispositivos RFID. Son autoadhesivas y se caracterizan por su flexibilidad, su "delgadez", la capacidad de poder ser impresas con código humanamente legible en su cara frontal y las capacidades de memoria que dependerán del circuito integrado que lleve incorporado.



[9] Etiqueta RFID

Un código QR (quick response code, «código de respuesta rápida») es un módulo útil para almacenar información en una matriz de puntos o un código de barras bidimensional creado por la compañía japonesa. Se caracteriza por los tres cuadrados que se encuentran en las esquinas y que permiten detectar la posición del código al lector.

Por su parte, los códigos BiDi son una aplicación no gratuita de Movistar, los cuales tienen menos capacidad que los QR.



CÓDIGO QR



CÓDIGO BIDI

[10] Códigos QR y BIDI

3.2 Tecnologías para la transmisión de datos

El siguiente paso una vez recopilados los datos es el de la transmisión de los datos para su posterior almacenamiento.

Para dicha transmisión, se necesita de las redes de comunicación como vía para conseguir el objetivo. Estas redes son las que permiten la comunicación en las Smart Cities entre dispositivos y personas.

Ésta etapa en la cadena de valores es clave puesto que se encarga de la comunicación entre todos los elementos de la Smart City. De su fluidez y facilidad de uso depende la velocidad y eficacia del funcionamiento de toda la cadena. El mayor reto consiste en gestionar el número creciente, disperso y heterogéneo de máquinas, sensores y actuadores distribuidos a lo largo de la ciudad.

La infraestructura de comunicaciones de la ciudad incluye tanto redes fijas como redes móviles de banda ancha. Las redes móviles o inalámbricas tienen especial importancia en la Smart City, al permitir la conexión de vehículos, dispositivos móviles y personas, y muy destacadamente de los smartphones que, como se ha señalado más arriba, están llamados a convertirse en el sensor por excelencia de la Smart City. El siguiente cuadro recoge las principales tecnologías inalámbricas aplicables a las redes de una Smart City:

	Nivel físico y MAC	Radio de acción	Tasa de bits	Consumo	Normas
ZigBee	802.15.4-2003 DSSS CSMA-CA	10-100m interior ~1Km exterior	250Kbps (2.4GHz) 20Kbps (868MHz) 40Kbps (915MHz)	Consumo pico 50mW (2.4GHz) En suspensión: <1µW	Estándar de facto
Wavenis	Propietario	200m interior – 1km LOS	desde 10kb/s hasta 100kb/s	18 mA RX, 45 mA TX y 2µA en suspensión	Propietario
Wireless MBus	EN 13757-4:2005	60-80m interior, 500 m exterior sin obstáculos	desde 16 Kbps-66 Kbps, hasta 100 kbps	22 mA RX, 37 mA TX y 0,2 uA en suspensión	Estándar EN
Z-Wave	Propietario	30m interior 100m exterior	40-100Kbps	20mA suspensión: 1µA	Propietario
WiFi low power (GainSpan Wi-Fi low power optimized chip)	802.11b/g DSSS CSMA-CD	50-70m interior <300m exterior	1/2/5.5/11Mbps	60mW suspensión: 5 µW	Estándar
WIMAX (Altair's ALT2150 chipset lowpower)	Se basa en IEEE 802.16	Hasta 75 km	hasta 75 Mbps	230mW-49 mW	Estándar
PLC Watteco	Línea eléctrica	50m (objetivo: 150m)	10Kbps (objetivo: 40Kbps)	Inferior a ZigBee y Z-Wave	Propietario
PLC NEC	Línea eléctrica	-	100bps-30Kbps	25mW	Propietario
GSM/GPRS (Telit GM862 Quad module)			hasta 85,6 Kbps	Modo en reposo 2,6 mA, GPRS cl. 10(max): 370 mA	Estándar

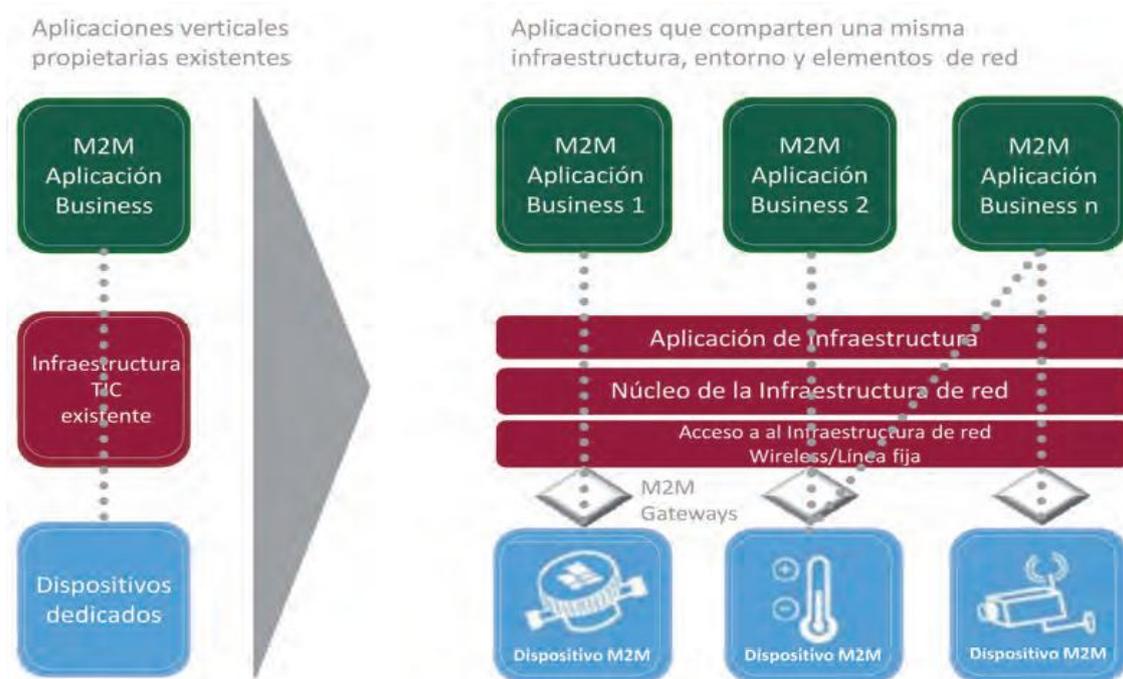
[11]Fuente: Telefónica “Smart Cities: un primer paso hacia la Internet de las Cosas”.

Estándares M2M

Las tecnologías M2M (machine to machine) adquieren gran importancia en la Smart City, al permitir la integración en la plataforma de dispositivos que se conectan a ella mediante pasarelas M2M o mediante interconexión directa con otros dispositivos.

El desarrollo de las Smart Cities generará grandes oportunidades de mercado para el sector TIC, en particular en el área de las tecnologías M2M. Los estándares están llamados a desempeñar un papel esencial en la evolución de ese mercado, ya que cualquier retraso en el desarrollo de los mismos impactará necesariamente en el ritmo del crecimiento de las Smart Cities.

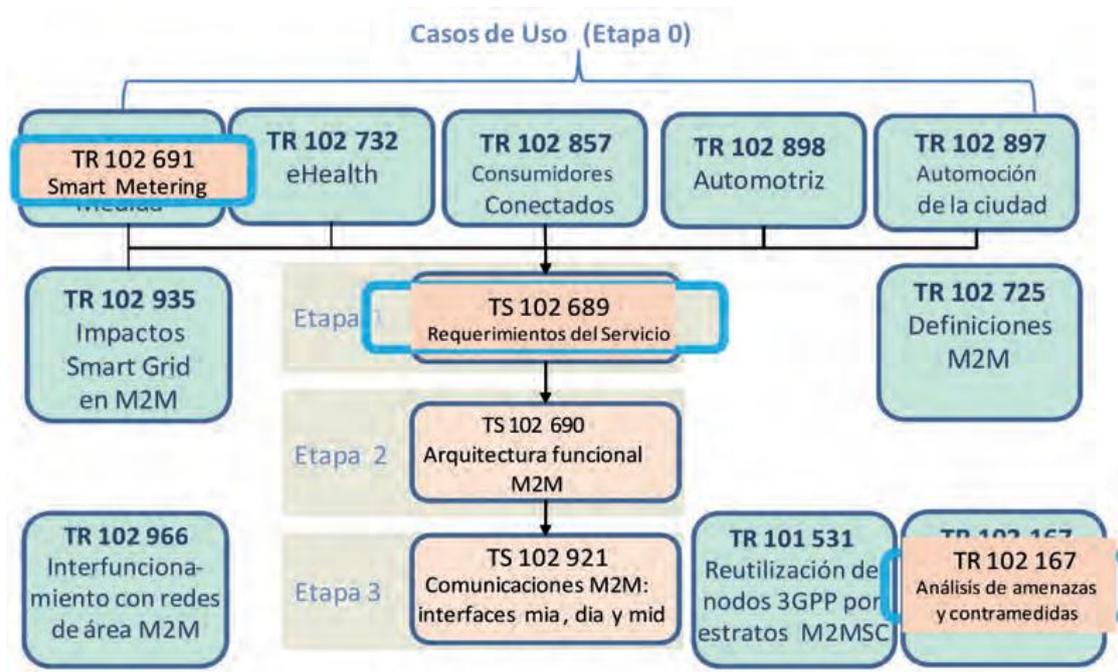
Las principales organizaciones de estandarización están trabajando en el campo de los estándares M2M. En la arquitectura tecnológica de la Smart City, las tecnologías M2M juegan un papel central, al constituir el núcleo de la gran cantidad de sensores y actuadores que permiten recoger toda la información de la ciudad y llevar a la práctica las decisiones adoptadas por las plataformas de gestión de los servicios. Estos elementos necesitan comunicarse entre sí y con los gateways M2M, para posteriormente acceder a las redes de comunicaciones de la ciudad, sean estas fijas o móviles, y a través de éstas a las plataformas de gestión de servicios donde, una vez agregada y procesada la información, se adoptan las decisiones de gestión de los servicios prestados por la Smart City.



[13] Aplicaciones M2M. Fuente ETSI

Como podemos ver en la figura, ETSI permite la comunicación entre los dispositivos M2M y el dominio de red, a través del cual la información fluye hacia el dominio de las aplicaciones de negocio. El principal campo de estandarización es el del dominio M2M. La iniciativa OneM2M se ha puesto en marcha recientemente y agrupa a más de 240 instituciones y empresas. El objetivo de esta iniciativa es el de impulsar el llamado “internet de las cosas” que se ha venido ralentizando precisamente por la falta de estándares.

El ETSI, por su parte, constituyó en 2009 un comité técnico específicamente dedicado a la elaboración de estándares M2M. Este comité ha publicado los siguientes informes técnicos (TR- Technical Report) y estándares (TS - Technical Specifications):



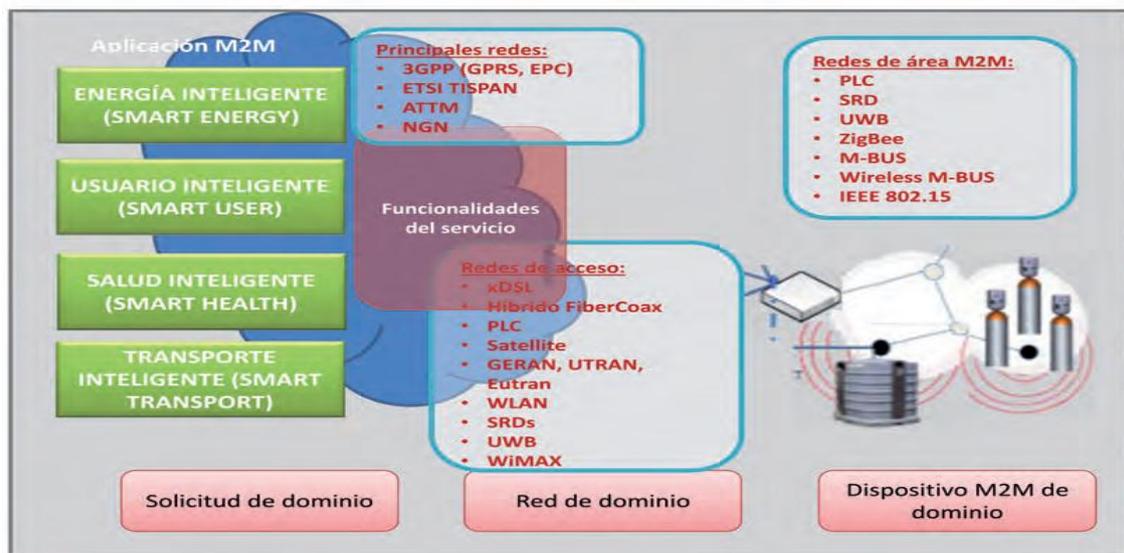
[14] Estándares para M2M

Los tres grupos de especificaciones citados en la figura cubren la arquitectura de dispositivos M2M, gateways e interfaces, aplicaciones, tecnologías de acceso y también la capa de servicios:

- ETSI TS 102 689: requisitos generales, funcionales, de gestión y de seguridad para M2M.
- ETSI TS 102 690: arquitectura funcional M2M.
- ETSI TS 102 921: interfaces de comunicaciones M2M.

Otras organizaciones de estandarización como el 3GPP y el IETF también están trabajando en estándares para tecnologías M2M.

Además de los estándares específicos para M2M, los estándares de comunicaciones son clave puesto que permiten la comunicación de los dispositivos M2M entre sí y con el dominio de aplicaciones (en el que se sitúan las plataformas de gestión de los servicios). En la siguiente figura podemos observar que la arquitectura M2M se apoya en los protocolos de comunicaciones tanto en el dominio de red como en el de M2M.



[15] Aplicaciones M2M

Entre los principales estándares de comunicaciones susceptibles de ser utilizados por los dispositivos M2M, cabe citar los siguientes:

IEEE 802.15.1 (Bluetooth/WiBree)

IEEE 802.15.4 (ZigBee y 6LowPan)

IEEE 802.11 (WiFi)

GSM (Global System for Mobile Communications)

GPRS (General Packet Radio System)

EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution).

UMTS (Universal Mobile Telecommunication System, 3GPP-Release 4)

WiMAX, IEEE 802.16

HSPA (High Speed Packet Access, 3GPP Release 5 y 6) y HSPA+ (EDGE 3GPP Release 7)

LTE (Long Term Evolution 3GPP Release 8 y 9)

LTE-A (LTE Advanced, 3GPP Release 10)

WiMAX II

3.3 Tecnologías para el almacenamiento y análisis de datos

En este grupo se encuentran las tecnologías que facilitan el tratamiento, almacenamiento, análisis y visualización de los datos. La gestión de la información necesita además de ciertos niveles de protección, seguridad y aseguramiento de la privacidad y esta es la capa en la que habrá que proporcionarlos.

Sistemas de almacenamiento y tratamiento de la información.

El almacenamiento, en algunos casos de larga duración, así como la capacidad de procesamiento, permiten explotar los grandes volúmenes de información generados por las redes de sensores.

Las técnicas conocidas como Big Data permiten agregar los ingentes flujos de información que proceden de la vasta red de sensores de la ciudad, y transformarlos en conocimiento útil y aplicable para tomar decisiones de gestión de los servicios de la Smart City.

Los datos son la materia prima de todo servicio en una Smart City. Los datos normalmente se consumen en tiempo real y se caracterizan por su heterogeneidad de formatos.

En este contexto, es necesario contar con herramientas que faciliten su tratamiento: extracción, homogeneización y almacenamiento en estructuras que sean de fácil acceso.

Para almacenar los datos se utilizan los Data Warehouses, que son un repositorio de datos de muy fácil acceso, alimentado de numerosas fuentes, transformadas en grupos de información sobre temas específicos de negocios, para permitir nuevas consultas, análisis y decisiones.

Un Data Warehouse hace que la información de la organización sea accesible: los contenidos del Data Warehouse son entendibles y navegables, y el acceso a ellos está caracterizado por el rápido desempeño. Estos requerimientos no tienen fronteras y tampoco límites fijos. Cuando hablamos de entendible significa, que los niveles de la información sean correctos y obvios; navegables significa el reconocer el destino en la pantalla y llegar a donde queramos con solo un clic; por rápido desempeño entendemos cero tiempo de espera.

En el caso de las ciudades inteligentes, los Data Warehouses deben tener en cuenta en su diseño dos características fundamentales: el manejo de gran cantidad de datos en tiempo real y la necesidad de que la información esté geolocalizada. Para este último tipo de casos se utiliza lo que se denomina el “almacén de datos espacial”, que añade precisamente esta información de geolocalización a los datos. La componente geográfica es una dimensión más del dato, ya que en el contexto de la Smart City las técnicas de visualización son especialmente relevantes.

Para sacar el mayor partido a los datos se utiliza la técnica Data Mining. El nombre de Data Mining deriva de las similitudes entre buscar valiosa información de negocios en grandes bases de datos. Por ejemplo, encontrar información de la venta de un producto entre grandes montones de Gigabytes almacenados; minar una montaña para encontrar una veta de metales valiosos.

Ambos procesos requieren examinar una inmensa cantidad de material, o investigar inteligentemente hasta encontrar exactamente donde residen los valores.

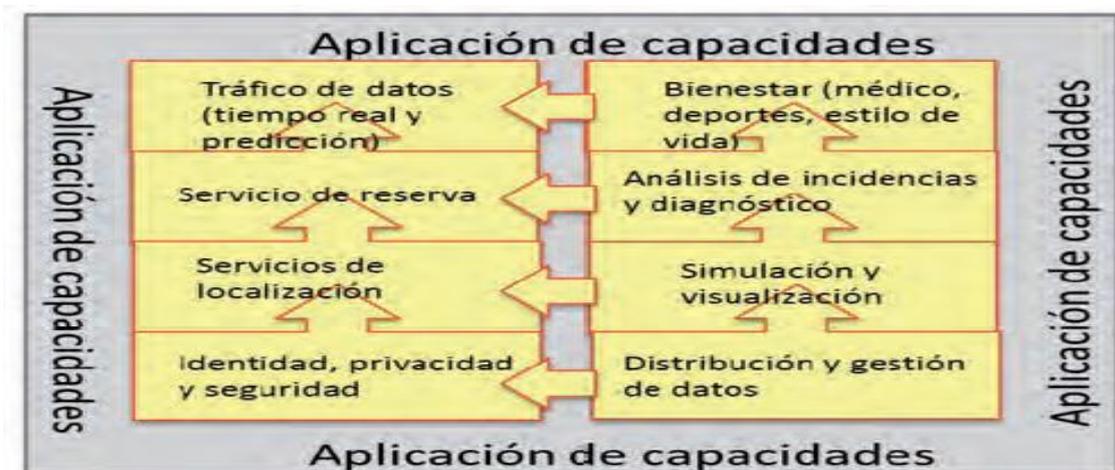
Dadas bases de datos de suficiente tamaño y calidad, la tecnología de Data Mining puede generar nuevas oportunidades de negocios al proveer estas capacidades: Predicción automatizada de tendencias y comportamientos. Data Mining automatiza el proceso de encontrar información predecible en grandes bases de datos. Preguntas que tradicionalmente requerían un intenso análisis manual, ahora pueden ser contestadas directa y rápidamente desde los datos.

En el contexto de la Smart City, ésta herramienta podría ayudar al seguimiento de los eventos más importantes que suceden en la ciudad, actuando así de manera eficaz en la detección de alarmas en tiempo real a través de notificaciones. Se trata así de presentar diferentes visiones de la ciudad, dependiendo de las diferentes áreas temáticas, personalizando la información para el ciudadano.

Plataforma de servicios

La plataforma de prestación de servicios permite a los operadores de los diferentes servicios de la Smart City (energía, movilidad, turismo, etc.) prestar los servicios de su competencia de forma eficiente mediante la explotación de la información puesta a su disposición por la infraestructura TIC de la ciudad.

Los sistemas operativos urbanos (Urban Operating System), como el propuesto por la empresa Living PlanIT, dotan a estas plataformas de las capacidades necesarias para acceder a datos, realizar transacciones y pagos, almacenar información, autenticar usuarios, etc.



[16] *Cities in the Cloud. A Living PlanIT Introduction to Future City Technologies*

En resumen, la Smart City se convierte en un gran sistema, de arquitectura similar a la de cualquier sistema de información. Unos dispositivos de entrada, los sensores, entre los que destacan por su potencial los smartphones, permiten recoger grandes volúmenes de datos relativos a todo tipo de variables que caracterizan el estado de la ciudad. Unas redes de comunicaciones, fijas e inalámbricas, facilitan la recolección de todos esos datos para trasladarlos a donde sean almacenados y tratados, en lo que sería la memoria y el procesador del sistema. El procesador, aplicando los algoritmos previamente programados, agrega y procesa esa información para ponerla a disposición de la plataforma de servicios. En la plataforma de servicios, cada una de las unidades de gestión de los diferentes servicios de la ciudad hace uso de esa información para tomar decisiones de gestión. Los actuadores, conectados al sistema mediante las redes de comunicaciones, permiten llevar a la práctica las decisiones de gestión adoptadas por medio de la plataforma de servicios.

Así, por ejemplo, se puede reducir la intensidad de alumbrado público en determinadas áreas y aumentarla en otras, en función de la distribución de la población en cada momento; se puede alterar la programación de los sistemas de gestión del tráfico de vehículos y de los semáforos para que la densidad de tráfico se reduzca en una zona de congestión; se puede modificar la climatización de edificios públicos en función de su ocupación y de la distribución de las personas en su interior; se puede guiar a personas con discapacidad para que en su desplazamiento por la ciudad eviten zonas de difícil acceso por obras, por densidad de viandantes o por cualquier otra razón. En suma, una vez la ciudad se convierte en un sistema que se conoce y se caracteriza a sí mismo, dotado de los sensores necesarios para ello y de las redes de comunicación precisas para que la información captada por aquellos fluya hasta los centros de procesamiento y gestión, las posibilidades de mejora de los servicios públicos y de la eficiencia en la prestación de los mismos son prácticamente ilimitadas.

4. Modelos de negocio para los nuevos servicios.

4.1. La Smart City como oportunidad para el desarrollo económico

En el entorno urbano se dan las condiciones necesarias para que muchos servicios del mundo digital alcancen la masa crítica.

Las Smart Cities son una apuesta por la modernización de las infraestructuras urbanas al mismo tiempo que activan la economía en el ámbito local.

Las Smart Cities pueden convertirse en polos de desarrollo económico. Aunque dicho crecimiento se asocia generalmente al incremento de la productividad, no es éste el único vector de crecimiento que la Smart City puede ofrecer. Algunos autores sostienen que el crecimiento económico de una ciudad, y específicamente la creación de empleo, se asocia en un 60% a las mejoras de productividad y en un 40% a la mejora de la calidad de vida y de los servicios de la ciudad.

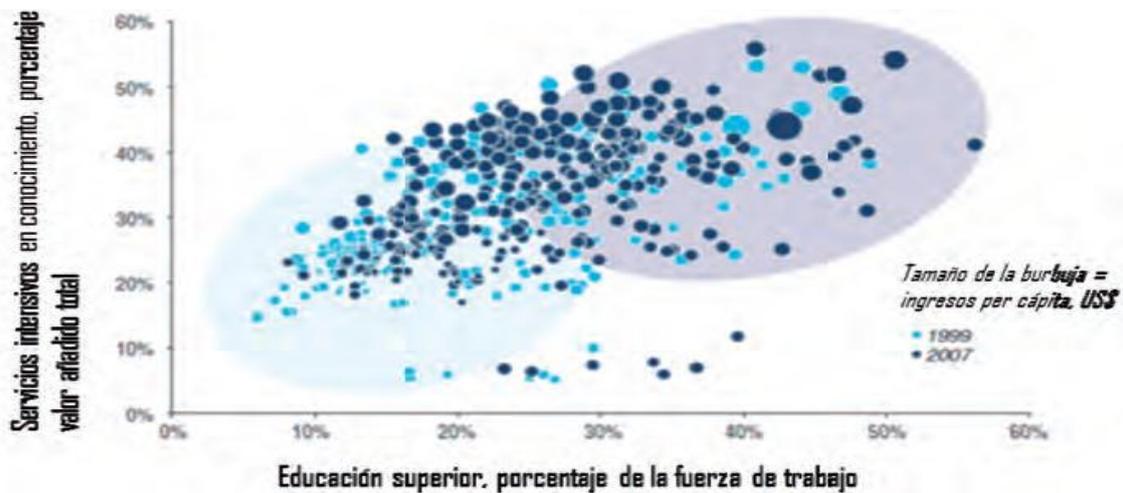
Un ejemplo de modelo de ecosistema es la ciudad de Brisbane, tercera ciudad más grande de Australia. Es la capital del estado de Queensland, en el noreste del país y tiene aproximadamente dos millones de habitantes. Un estudio sobre la estrategia de Smart City de esta ciudad se puede representar según el siguiente diagrama:



[17] Modelo ecosistema en Brisbane, Australia

Cabe destacar en el diagrama, la importancia otorgada en esta ciudad a la creación de un entorno creativo, el cuál promueve la importancia del apartado cultural, artístico e intelectual.

El capital humano constituye un elemento esencial para que las Smart Cities puedan explotar su potencial de crecimiento. La siguiente figura ilustra el impacto de la formación del capital humano y cómo la mayor educación de la fuerza de trabajo se traduce en que la economía tienda a basarse en servicios de alto valor:

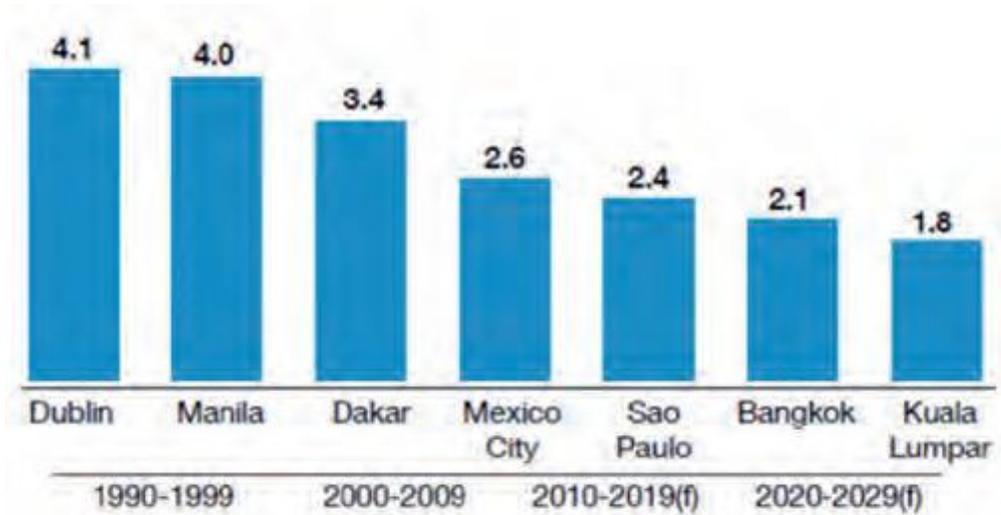


[18] OCDE. *Regional Statistics Database 2010*.

La evidencia anterior se relaciona estrechamente con la evolución de los flujos migratorios. Según las previsiones de Naciones Unidas, en el futuro inmediato los trabajadores de alta cualificación protagonizarán los flujos migratorios que en el pasado estaban reservados a los trabajadores de escasa preparación. Por consiguiente, las ciudades habrán de competir por retener y captar a esos perfiles, necesarios para que la Smart City despliegue plenamente su potencial.

Por tanto las Smart Cities han de ser capaces de atraer actividad económica de alto valor así como a los profesionales necesarios para su desarrollo. Pero aparte de esto, también han de ser capaces de ofrecer mejoras de competitividad a través de la optimización de los servicios públicos.

Un ejemplo claro puede ser las mejoras en movilidad urbanas, la gestión del tráfico. Una mala gestión del tráfico supone un importante sobrecoste en las ciudades, ya que afecta a la comodidad y a la productividad de los ciudadanos y a su vez a las empresas. Por lo tanto, una mejora en el sistema de movilidad sería clave para la competitividad de la ciudad. En la siguiente gráfica se muestra el sobrecoste que diferentes ciudades deben soportar debido a la congestión del tráfico:



[19] Porcentaje de PIB

Se estima que una reducción de un cinco por ciento en el tiempo consumido en desplazamientos en el Reino Unido supondría un ahorro equivalente al 0,2% del PIB británico, y que el 89 % de esos retrasos son debidos a aglomeraciones en el entorno urbano, por tanto mitigables mediante los servicios de la Smart City.

Para la provisión de servicios en el marco de una Smart City se crea un ecosistema en el que participan numerosos agentes que desempeñan diversos roles. No existe un modelo único de ecosistema. A continuación se enumeran los principales agentes involucrados en la creación de una Smart City:

Los Ayuntamientos:

Son los responsables de la gestión de la ciudad, y por lo tanto, los principales promotores de la creación de la Smart City. Los Ayuntamientos deben implicarse plenamente en el diseño y planificación de la Smart City, así como en su posterior gestión, utilizando la ciudad inteligente como herramienta que les ayude a definir mejor las políticas locales.

Los Ayuntamientos han de seguir la línea de creación y gestión de nuevos negocios, facilitando el desarrollo de los mismos e incluso siendo proveedores de servicios.

Se puede destacar la iniciativa EUROCITIES, en la que una red de Ayuntamientos de más de 130 grandes ciudades de diferentes países europeos comparten ideas y experiencias con el fin de analizar los principales problemas y llegar a soluciones e implementaciones más adecuadas en cada caso.

Consultoras especializadas TIC:

Son las empresas que han de estar especializadas en los diferentes servicios relacionados con las Smart Cities, así como en las tecnologías más punteras para su posterior implementación. Además, han de formar parte activa de la gestión de la Smart City.

Este grupo de consultoras abarca desde empresas pequeñas (en algunos casos start-ups) que operan en un ámbito próximo a la ciudad, hasta integradores TIC y proveedores de middleware (software que asiste a una aplicación para interactuar o comunicarse con otras aplicaciones, software, redes, hardware y/o sistemas operativos). En éste último grupo se encuentran empresas punteras en la integración de diferentes tecnologías, empresas como por ejemplo IBM, HP u Oracle.

Las empresas pueden estar orientadas hacia la red o hacia las aplicaciones en sí. En una Smart City el abanico de tecnologías de proveedores es muy amplio, ya que el ecosistema creado requiere la comunicación entre unos dispositivos, tecnologías y fabricantes completamente heterogéneos. Los integradores aportan soluciones middleware para facilitar estas comunicaciones, además de participar en otros aspectos del despliegue y el diseño previo.

Proveedores de aplicaciones:

Son un grupo de empresas que ofrecen aplicaciones útiles y atractivas para ciudadanos y empresas.

La variedad de estos proveedores de aplicaciones es amplia. Las empresas pueden ser tradicionales que añaden a sus servicios los propios de las Smart Cities; especializadas en ciudades inteligentes, o en la mayoría de los casos proveedoras de equipos y sensores.

Operadores Telco:

Las Telco son el lazo de unión de los datos de la ciudad, los ciudadanos, los servicios y los dispositivos.

Se trata de los operadores de Telecomunicaciones, los cuáles aportan experiencia en la mayoría de los eslabones de la cadena de valor, fundamentalmente en lo relacionado con el desarrollo de plataformas de provisión de servicios y servicios en sí. Están capacitados en ofrecer plataformas y middleware específico basado en sus redes, y también aplicaciones de comunicación.

Otra de sus misiones es la de proveer servicios a los clientes: atención, facturación, mantenimiento, etc.

Observamos por tanto que, estos operadores pueden desempeñar un puesto transversal en toda la cadena de valor, siendo la provisión de redes su principal aportación.

En definitiva, los operadores Telco son fundamentales en el desarrollo de la Smart City, y de ellos depende en gran parte el desarrollo de servicios concretos, promocionando a los mismos. Algunos ejemplos son el impulso de los pagos a través del móvil; contadores inteligentes conectados a la red, etc.

Utilities

Al igual que los operadores Telco, son empresas proveedoras de servicios. Actualmente, empresas eléctricas y de distribución de agua y gas, están incluyendo ideas de los servicios de la Smart City en su propia provisión de sus servicios, una clara tendencia hacia el modelo de ciudad inteligente.

Constructoras:

Son empresas que incorporan tecnología de gestión inteligente en sus tareas de construcción o mantenimiento. Son dependientes de los operadores de servicios.

Desde el punto de vista de la provisión para el desarrollo de la Smart City, se utilizan 3 roles diferentes que sustentan la cadena de valor tecnológica:



[20] Servicios finales Smart City

• **Proveedores de infraestructuras de comunicación:**

Se encuentran en las etapas de recolección y transmisión de datos. Este rol provee el acceso a todos los datos generados en la ciudad, recolectados por los sensores. Se necesita una red de alta capacidad integrada con data-centers escalables.

De los agentes vistos anteriormente, el que puede desarrollar un papel más importante en este rol es el de operador Telco, aunque empresas del ámbito de las Utilities también pueden ocupar este lugar.

• **Proveedores que ofrecen capacidades para prestar servicios:**

Se encuentra en las etapas de almacenamiento y análisis de datos, y plataforma de servicios.

Este rol proporciona lo que se define como “el sistema operativo urbano”. Facilita el acceso a los datos así como a los servicios comunes de la ciudad. Otros agentes hacen uso de este servicio para construir los servicios finales del marco de la Smart City.

Los agentes que pueden desempeñar este rol son muy variados. Desde empresas proveedoras de software como Microsoft, hasta integradores de sistemas como HP o proveedores de infraestructura como Cisco. Incluso los operadores Telco también pueden desempeñar este rol.

• **Proveedores del servicio completo:**

Ofrecen el servicio completo, es decir, están presentes en todas las etapas de la cadena de valor, incluido el servicio al cliente final.

Algunos ejemplos actuales son las soluciones de e-Salud, el pago de transporte público, contadores inteligentes, etc. Pueden ser implementados por operadores Telco.

Este rol cuenta con la complejidad añadida del conocimiento del mercado en el que se quiere proveer los servicios. Por esta necesidad, la provisión de los servicios finales al cliente se relaja mediante acuerdos con terceros.

[4.2 Modelos de negocio de los Servicios Smart City](#)

Definimos la “Propuesta de Valor” según el motivo por el cual una ciudad está llena de vida, es decir, está repleta de oportunidades.

Una propuesta de valor, crea valor para un segmento de mercado gracias a una mezcla específica de elementos adecuados a las necesidades de dicho segmento, los cuales pueden ser de carácter cuantitativo y cualitativo.

- a.- Las propuestas de valor satisfacen necesidades hasta entonces inexistentes y que aparentemente los ciudadanos no percibían.
- b.- Por lo general, aunque no siempre, el incremento de valor, está relacionado, con la tecnología.
- c.- Las mejoras de rendimiento de un servicio o producto, que solía ser de una forma habitual y clásico, crea ahora un valor añadido.
- d.- Personalización, adaptación de los productos y servicios a las necesidades específicas o a los segmentos de mercados, aprovechando la economía de escala.

Objetivos básicos de la propuesta de valor de una Smart City:

- 1.- No es una moda, es una realidad. Es importante saber que se pueden obtener beneficios a medio plazo, pero debe existir una dosis de realidad, sobre la base de la

generación de confianza hacia todos los agentes intervinientes, entre los que se encuentran los ciudadanos.

2.- Deben plantearse principios de generosidad. No es importante ser el único o diferente, lo importante es adaptar los modelos conocidos e importantes, para el uso particular y concreto que se necesita en la ciudad.

3.- Hay que pensar en una estrategia. Es indudable que debemos huir de la implementación discriminada de tecnología, sin contar con un modelo previo, y con una plataforma que permita discriminar la información y los datos obtenidos. Si no se realiza con un enfoque, cuyo destino es el ciudadano o una empresa, es muy probable que el impulso necesario de una Administración, apenas obtenga resultados.

Asimismo, se dividen los modelos de negocio en 6 tipos diferentes según la financiación utilizada

1. Modelo basado en el pago de impuestos indirectos: toda actividad económica genera una serie de impuestos que son recaudados. Este flujo de dinero puede financiar totalmente o parcialmente la provisión de ciertos servicios en el marco de la Smart City. Bajo este modelo funcionarán los servicios de carácter más público y que tenga que proveer la Administración de manera obligatoria.
2. Modelo basado en pagos directos: es decir, se paga por uso del servicio, de manera que son los clientes del mismo los que, con su aportación, financian el servicio final. En el marco de la Smart City este puede ser el caso de servicios que se ofrezcan de manera colateral a las competencias obligatorias del Ayuntamiento.
3. Modelo de compartición de ingresos: muchos de los servicios finales en el marco de la Smart City requieren, dada su envergadura, de la implicación de un gran número de organizaciones y agentes. Bajo este modelo cada organización se especializa en un ámbito concreto, y las inversiones que realiza cada empresa son menos cuantiosas. Este modelo de negocio supone la utilización de formas de reparto de ingresos que guardan el criterio de proporcionalidad con respecto a las inversiones y a los gastos incurridos.
4. Ayudas públicas: hay muchos organismos e instituciones supranacionales públicas que están promoviendo el concepto Smart Cities con cuantiosas ayudas, como es el caso de la UE, donde se han diseñado programas de trabajo específicos, se están proporcionando fondos de I+D a consorcios y se está promoviendo la creación de acuerdos público-privado con el fin de desarrollar el concepto, entendiendo que esta es la vía. Además se están desarrollando múltiples acciones para diseminar y promover las iniciativas en marcha con el objetivo de involucrar más a la industria y a la sociedad. Todo esto se plasma en iniciativas como el 7º Programa Marco de la UE, la PPP (Public Private Partnership) sobre la Internet del Futuro, la red europea de Living Labs y las iniciativas relacionadas con la Internet de las Cosas. En el marco español se encuentran programas como el PROFIT. En otro orden,

instituciones como Asian Development Bank, el Inter-American Development Bank o el Brazilian Development Bank pueden ser una fuente de financiación ideal sobretodo en la etapa inicial de desarrollo de la Smart City.

5. Monetización de datos: la cantidad de datos que se generan y recogen en las ciudades inteligentes tienen un gran valor. El enfoque Open Data promueve que esta información se libere y pueda ser utilizada por terceras empresas consiguiendo ofrecer nuevos servicios basados en estos datos, o que al menos utilicen esta información. De esta manera se potencia el ecosistema de empresas alrededor del concepto de ciudad inteligente, lo que la dota de mayor utilidad.
6. Modelo basado en la publicidad: se trata de, aprovechando la información contextual del ciudadano, poder ofrecer información publicitaria siempre contando con su consentimiento y ayudar con esto a financiar ciertos servicios de la ciudad. En el caso de la Smart City la eficiencia de la publicidad puede ser mayor que en los servicios tradicionales ya que se trata de servicios muy específicos, centrados en áreas muy concretas, en los que existe una gran información contextual del cliente, lo que permite aumentar el nivel de impacto de la publicidad.

5. Aplicación a una gestión más eficiente de la ciudad de Leganés.

Ciudad inteligente es aquella que gestiona de forma eficiente sus servicios, aplicando la tecnología y poniéndola al servicio de los ciudadanos.

Además, ha de ser capaz de crear un nuevo tejido empresarial a través de la innovación, generando un entorno en el que se creen, se implanten y se desarrollen empresas de carácter tecnológico, que generen puesto de trabajo especializados.

Bajo este contexto, vamos a realizar un estudio sobre la ciudad Leganés, analizando las características de sus instalaciones actuales y afrontando cuáles serían unas posibles mejoras futuras.

Abordaremos el informe sobre 3 puntos:

- ✓ Plan de movilidad sostenible
- ✓ Mejora del alumbrado público
- ✓ Mejora de la red de basuras

5.1 Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS)

Leganés se encuentra en la parte sur de la zona conocida como primera corona metropolitana del municipio de Madrid. Limita con los términos municipales de Getafe, Fuenlabrada, Alcorcón y los distritos madrileños de Carabanchel y Latina, y Villaverde.

Esta ubicación es la responsable de la existencia dentro del término municipal de múltiples vías interurbanas y de circunvalación.

Las comunicaciones de Leganés no se limitan exclusivamente a los términos municipales colindantes, existe una amplia red de infraestructuras de comunicación que permite a sus habitantes moverse con gran rapidez por todo el sur metropolitano y estar conectados con las principales vías radiales de comunicación de la capital con el resto del territorio nacional.

En 2008 se llevó a cabo un estudio sobre la movilidad en Leganés. Actualmente algunas de las propuestas obtenidas en aquel estudio se han llevado a cabo, y otras sin embargo están pendientes de una inversión económica que en estos momentos está difícil de alcanzar.

Los objetivos que se marcaron en el Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Leganés se pueden clasificar en:

- **Objetivos ambientales:** reducir la emisión de gases contaminantes derivados del transporte motorizado, conseguir una reducción del consumo energético basado en combustibles fósiles, disminuir el nivel de ruido, redistribuir el espacio para favorecer la movilidad no motorizada y el transporte público, eliminar barreras para peatones y ciclistas.
- **Objetivos sociales relacionados con la calidad de vida:** favorecer el uso del transporte público y desplazamientos a pie y en bicicleta, aumentar la seguridad vial, incrementar el espacio público en beneficio del ciudadano.
- **Objetivos de salud:** reducir el impacto en la salud de las personas como consecuencia de los accidentes de tráfico, la exposición a los contaminantes atmosféricos y a la contaminación acústica, los cambios en el clima, las interferencias producidas en la vida cotidiana y en la actividad física, como la dificultad de andar o ir en bicicleta.
- **Objetivos económicos:** reducir los costes de transporte y mejorar la relación coste/eficacia de las intervenciones relacionadas con la movilidad.
- **Objetivos de sostenibilidad:** promover la ciudad compacta y compleja que no estimule el uso del automóvil y posea variedad de usos, evitar la zonificación, favorecer el uso del transporte público desde las soluciones urbanísticas futuras, así como establecer criterios de urbanización que favorezcan la movilidad sostenible.

Con este Plan de Movilidad Urbana Sostenible, se pretendía dotar a Leganés de una estructura viaria coherente con un modelo de ciudad “compleja y compacta”. Es decir, un modelo de ciudad que ocupe la menor superficie posible, que permita una mayor protección del medio natural en el que se encuentra y donde cada habitante encuentre todo lo que necesita sin tener que recorrer grandes distancias, tener todos los servicios, tanto públicos (administración, médico, enseñanza...), como de ocio o comerciales (tiendas de alimentación, de ropa, etc.). Un modelo de ciudad que apueste por mantener cuanta más superficie sin edificar mejor, generando una ciudad no zonificada, donde no sea necesario recurrir al transporte motorizado para acceder a cualquier tipo de servicio o establecimiento.

Principales desplazamientos en Leganés:

En 2008, el grueso de los desplazamientos que se realizaban en Leganés, ya sea desde el propio Leganés, como desde fuera de su término municipal, eran desplazamientos obligados, por motivos de trabajo y estudios.

Dentro del municipio casi la mitad de los desplazamientos se hacen a pie, sobre todo los relacionados con el comercio y las actividades educativas. El resto de viajes se reparten casi a partes iguales entre los que se realizan en vehículo privado y transporte

público. Muy significativa era la ausencia casi total de otros medios de transporte como puede ser la bicicleta.

Los municipios que se encuentran más cerca de Leganés son los que más viajes/día generan hacia este municipio, siendo muy significativos los valores de Fuenlabrada y Getafe.

Las zonas que más viajes generan dentro del municipio de Leganés son el barrio de La Fortuna, Zarzaquemada (ambos de carácter principalmente residencial), el barrio Centro-Estación, Escritores y Flores (de gran densidad de población).

viajes/día interiores al término municipal de Leganés por modos

indicador	2008	periodo revisión	expectativa
Viajes a pie	150.401	vinculado a la realización de las Encuestas de Transporte	↑
Viajes en transporte público	34.918		↑
Viajes en vehículo privado	45.816		↓
Otros modos de viaje	1.715		↑

viajes/día con origen Leganés y destino el resto de la CAM por modos

indicador	2008	periodo revisión	expectativa
Viajes a pie	1.502	vinculado a la realización de las Encuestas de Transporte	↑
Viajes en transporte público	72.946		↑
Viajes en vehículo privado	70.806		↓
Otros modos de viaje	4.766		↑

viajes/día atraídos por Leganés con origen en el resto de municipios de la CAM

indicador	2008	periodo revisión	expectativa
Viajes a pie	1.480	vinculado a la realización de las Encuestas de Transporte	↑
Viajes en transporte público	73.057		↑
Viajes en vehículo privado	70.944		↓
Otros modos de viaje	4.088		↑

[21] *Viajes/día interiores en Leganés*

Nivel de accidentalidad

El número de accidentes de tráfico fue aumentando con los años, pero la siniestralidad de ellos cada vez fue menor. Además, la mayor parte de ellos se producen a lo largo de las calles, no en sus intersecciones, por lo que hay pocos puntos que puedan considerarse como puntos negros, más bien podemos hablar de calles con un alto índice de siniestralidad anual.

En el informe se mostraba que los accidentes en los que se veían involucrados ciclistas no eran significativos, debido a la poca circulación de los mismos que había en Leganés.

indicador	2006	2007	2008	2009	periodo revisión	expectativa
Nº accidentes con víctimas	615	550	527	565	1 año	↓
Nº de accidentes	1110	1174	1090	1227	1 año	↓ →
Nº total de víctimas	836	788	765	658	1 año	↓

[22] *Indice de accidentes de tráfico*

Con estos datos, los objetivos que se marcaron en cuánto a movilidad motorizada fueron los siguientes:

- **Limitar el uso del vehículo privado.**
- **Implantar una normativa de circulación especial para determinadas zonas del municipio, delimitación de áreas 30 y calles residenciales (zonas 20). Actualmente la zona céntrica de Leganés es de uso peatonal y restringido el acceso excepto a coches residenciales.**
- **Implantar una serie de restricciones a la circulación de determinados vehículos, especialmente de vehículos pesados.**
- **Favorecer la movilidad de los vehículos de emergencia definiendo una serie de vías preferentes.**
- **Reducir los problemas de conexión entre los diferentes barrios, así como los problemas de circulación principales, tales como atascos, accidentalidad, etc.**

Para llevar a cabo estos objetivos, en los últimos años se han llevado a cabo varios procesos clave para la realización de éstas mejoras, que veremos en el siguiente apartado.

Objetivos del PMUS.

A. Favorecer la utilización del transporte público frente al privado.

Favorecer la utilización del transporte público frente al transporte privado, potenciando y mejorando el espacio urbano dedicado al primero y creando espacios reservados para su uso exclusivo.

Se debe tender hacia la reducción del espacio público destinado a los automóviles, aumentando el espacio destinado al ciudadano. Apostar por la bicicleta, el peatón y la mejora de la accesibilidad para personas con movilidad reducida.

Potenciar la utilización de los distintos modos de transporte público, mejorando condiciones tales como adecuación a la normativa de seguridad y de accesibilidad, puntualidad, frecuencia, velocidad, etc... así como optimizar la localización y las condiciones de paradas y estaciones de transporte público.

Propuestas:

- Se propuso la creación de dos nuevas líneas de transporte urbano, lo que precisaba de un estudio particular. Este estudio se ha llevado a cabo para las líneas interurbanas de Leganés por parte del Consorcio Regional de Transportes, por lo que el itinerario propuesto para cada una de estas líneas está sujeto a las modificaciones oportunas para adaptarse a los nuevos recorridos de las líneas interurbanas.

Se ha inaugurado recientemente una nueva línea que conecta los barrios de Zarzaquemada, Carrascal, Leganés Norte, Quinto Centenario, Solagua y finaliza en el barrio de la Fortuna.

- Mejora de la calidad del transporte público: Plan de renovación de flota, de supresión de barreras arquitectónicas, formación de personal, adecuación de las paradas a la normativa de accesibilidad vigente.

En la actualidad Leganés ha mejorado la mayor parte de las barreras arquitectónicas de la ciudad, y ha ensanchado las aceras de la mayoría de sus calles. Además, sus servicios de Metro Sur y Líneas de Autobuses Interurbanas cumplen correctamente con la normativa vigente, y se han optimizado los servicios. Una posible mejora sería la fijación de horarios regulados del Metro Sur, para que los viajeros supieran exactamente la hora de llegada de los trenes en cada estación. Este servicio serviría para que, por ejemplo, las personas que necesitan coger el metro para llegar puntual a su trabajo supieran de antemano los horarios para ahorrar tiempo

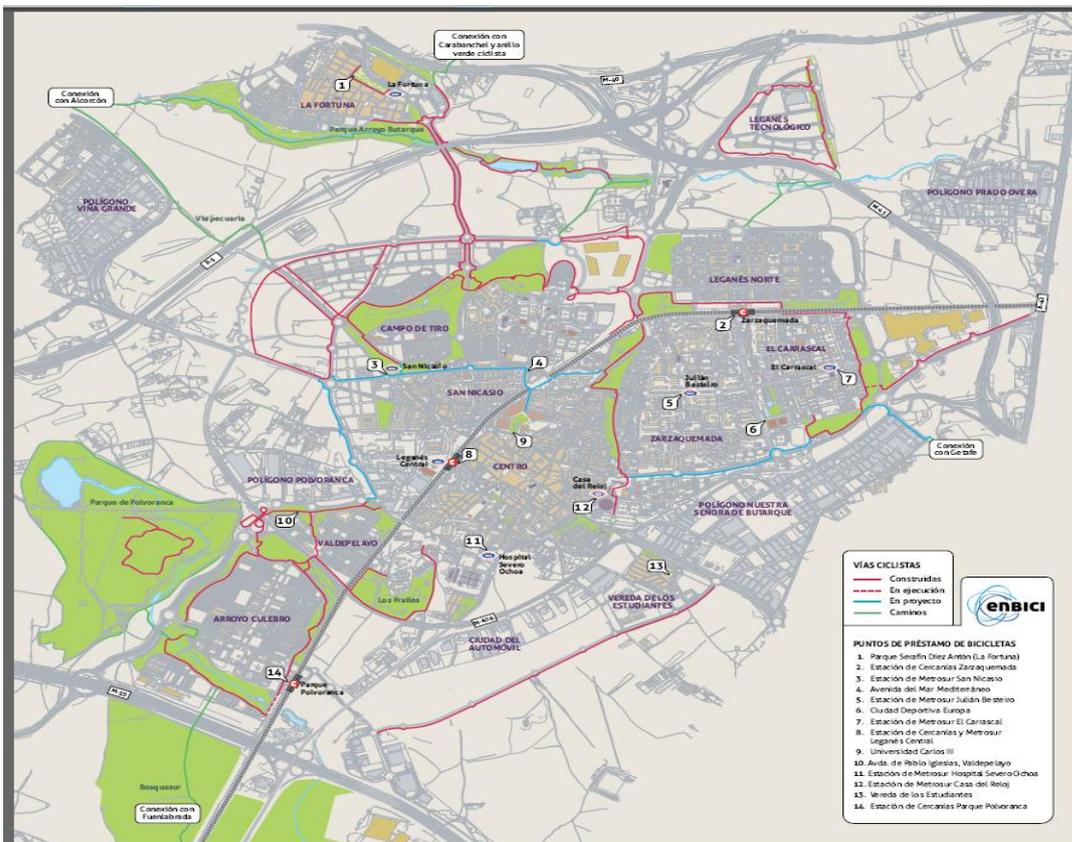
- Unión de la línea 12 (MetroSur) con la red de Metro de la ciudad de Madrid prolongando la línea 11 desde la estación de La Fortuna a la estación de Leganés Central y mediante la creación de una nueva línea que una la estación de Plaza Elíptica con la estación de Julián Besteiro.

En la actualidad esta iniciativa no se ha llevado a cabo, aunque plataformas de Asociaciones de Vecinos se movilizan en su favor.

Red Ciclista

Una de las propuestas con más éxito en la actualidad es la de la mejora de la circulación no motorizada. La Concejalía de Sostenibilidad del Ayuntamiento de Leganés planificó en 2008 el Diagnóstico y Plan de Movilidad del municipio en el que están integradas las políticas de movilidad ciclista, entre ellas el sistema de bicicleta pública ENBICI. Con estas políticas se pretende que el transporte y la movilidad urbana se guíen por un criterio de sostenibilidad, quedando los temas de tráfico y circulación en un segundo nivel. La Concejalía de Sostenibilidad planificó las vías, e Infraestructuras y Medio Ambiente llevaron a cabo las obras.

En la actualidad existen alrededor de 20 km de estos viales. Siete vías ciclistas están trazadas en el interior del municipio y una de ellas es de titularidad autonómica. La gran parte de los trazados tienen un recorrido predominante por zonas verdes y parques, estando más dirigidas al ocio que al transporte, como ocurre en tantos otros municipios. En esta legislatura se han comprometido la construcción de otros 20 Km. de vías ciclistas. Además las nuevas zonas urbanas como el barrio de Arroyo Culebro disponen de amplios carriles ciclistas que conectan con la red de transporte público.



[23] Plano. Vías ciclistas en Leganés

La integración de la bicicleta en la red de transporte público está cobrando un gran protagonismo. Leganés, como ciudad del sur metropolitano, tiene una gran cantidad de desplazamientos diarios hacia Madrid. En la actualidad se puede acceder con la bicicleta en la línea de Cercanías C-5 desde sus tres estaciones en el municipio en horas valle y de lunes a viernes, y todo el día sin restricción en sábados, domingos y festivos.

La línea 12 de Metro “MetroSur” también acepta el acceso a su red con bicicleta si bien con ciertas restricciones en horas punta y acceso total en fines de semana y festivos.

Con el programa ENBICI, cualquier ciudadano de Leganés puede alquilar una bicicleta en las diferentes estaciones habilitadas, como las estaciones de MetroSur o la Universidad Carlos III.



Estacionamiento

Los problemas que tiene en cuenta este Plan de Movilidad Urbana Sostenible son: el estacionamiento de residentes, los aparcamientos disuasorios vinculados a la red de transporte público y la localización de plazas de aparcamiento para vehículos pesados.

Objetivos:

- Es importante tener en cuenta que las medidas de ampliación de la oferta de aparcamiento incentivan el uso del vehículo privado, por lo que hay que estudiar medidas que limiten el uso del mismo y que supongan un incentivo para el uso de transporte público.

- El objetivo es que los automóviles y otros vehículos privados estacionen principalmente en aparcamientos privados y zonas de aparcamiento para residentes, y que los vehículos pesados dispongan de áreas específicamente diseñadas para su estacionamiento.

Actualmente, la zona central de Leganés cuenta con varias calles peatonales, teniendo acceso a las mismas solo los vehículos de los residentes para el estacionamiento privado.

Los vehículos de transporte de mercancías cuentan con áreas de carga y descarga que habitualmente suelen estar siempre disponibles en horario de comercio (Lunes a viernes de 8 a 18, y sábados de 8 a 14). En algunos casos éstas áreas se encuentran ocupadas por vehículos privados, por lo que una posible mejora sería la sanción de los vehículos no autorizados que estacionen en estas zonas en horario no permitido.

- Creación de una red de aparcamientos disuasorios que impulsen la utilización del transporte público en los viajes a Madrid y otros municipios colindantes.

La estación de RENFE de Zarzaquemada cuenta con un amplio aparcamiento para este objetivo. Sin embargo, las estaciones de MetroSur cuentan con aparcamientos limitados, por lo que una mejora sería realizar un incremento del número de plazas de estacionamiento en alguna de las estaciones más importantes, como por ejemplo Leganés Central.

Una posible mejora para combatir uno de los principales problemas de Leganés como es el aparcamiento, puede ser mediante la utilización de sensores.

En Santander, se han colocado 400 sensores de aparcamiento basados en tecnología ferromagnética, enterrándolos bajo el asfalto de las principales áreas de aparcamiento de la ciudad, con el objetivo de detectar aparcamientos libres en tiempo real. En Leganés bastaría con instalar estos sensores en las áreas del centro o en puntos más concurridos. Por ejemplo, el centro comercial Parquesur cuenta en su parking subterráneo con una tecnología parecida.

Utilizando la información provista por los sensores de aparcamiento, unos paneles colocados en las intersecciones de las calles principales se instalarían para guiar a los conductores hacia los aparcamientos públicos gratuitos, ahorrando así el número de desplazamientos inútiles en busca de aparcamiento, lo que a la postre supondrá una reducción de emisiones de CO₂ de los vehículos.

Otra solución sería utilizar, en lugar de paneles, una aplicación para SmartPhones. Se evitarían así gastos públicos de mantenimiento y soporte de los paneles, y los usuarios podrían utilizar la aplicación en tiempo real para encontrar aparcamiento.

La solución más sencilla y con menos inversión inicial sería haciendo uso de cámaras que controlaran las zonas de aparcamiento, en lugar de sensores. El proyecto DONDE implantado en Barcelona, declinó ésta opción ya que la utilización de cámaras en la vía

pública entra en conflicto con la privacidad de las personas y suponía un gran problema para su uso.

B. Fomento de ventajas medioambientales del transporte no motorizado.

El análisis del PMUS extraía las siguientes conclusiones:

- Bajo uso de la bicicleta.
- Tiempo en los desplazamientos en transporte público elevado (media: 51,65 min.). No se puede competir con el vehículo privado.
- Mayor número de desplazamientos exteriores, debidos al trabajo (92.244 viajes/día) y al estudio (21474 viajes/día), frente a los viajes interiores.
- Baja oferta de transporte público interno (inexistencia de autobús urbano). Este hecho, junto con las políticas seguidas hasta el momento, tiene como consecuencia un elevado índice de vehículos privados en el parque automovilístico de Leganés, superando a la media nacional en vehículos por hogar. Actualmente Leganés cuenta con dos líneas urbanas operadas por la empresa Martín, S.A., las cuales comunican:

L-1: Barrio de Vereda de los Estudiantes - Barrio de La Fortuna.

485B: Parquesur - Estación - Ciudad del Automóvil

De los valores obtenidos, se puede concluir que la mayor contribución al consumo energético en el transporte en Leganés corresponde al vehículo privado. Con un número de km recorridos al año ligeramente superior al realizado en transporte público, su consumo es casi del doble y sus emisiones prácticamente un 65 % superiores.

indicador	2004	1996	revisión	expectativa
Consumo de energía en transporte: Tep/habitante y año	0.31633	0,23187	3 años	→ ↓
Emisiones de CO2 derivadas del consumo en transporte: Tn/habitante y año	0.98212	0,71989	3 años	→ ↓

[24] Tabla indicadores de emisiones CO2

La calidad del aire se ve contaminada con diferentes partículas: dióxido de Azufre, compuestos de Nitrógeno, Ozono, óxidos de Carbono, Hidrocarburos, Metales Pesados y Partículas en Suspensión. Los valores de éstas partículas se mantenían o bien sobrepasando el límite permitido o bien al límite del mismo.

Además, los niveles de contaminación acústica de los espacios urbanos, están íntimamente relacionados con la movilidad motorizada dentro de la ciudad. Así, es el transporte la principal fuente de emisión que compromete la calidad acústica de los espacios urbanos, siendo grandes las molestias provocadas a los vecinos. El impacto acústico en los barrios del centro de Leganés se ha reducido mucho con la peatonalización de sus calles, aunque en el resto de la ciudad sigue siendo el mismo.

Gracias a las mejoras en la oferta de transporte público interno, la potenciación de la red ciclista y a las medidas que se están tomando para reducir el uso del vehículo privado, actualmente Leganés ha mejorado ligeramente las estadísticas de emisiones de CO₂, aunque sigue siendo necesaria la actuación para continuar reduciéndolas.

El objetivo a medio plazo es el de continuar con la reducción de estas emisiones, aportando nuevas propuestas como la de una mejor gestión del aparcamiento y la concienciación de la sociedad en usar el transporte público. Con una reducción de vehículos privados y un mayor uso de los transportes públicos y de desplazamientos a pie y en bicicleta, Leganés mejoraría mucho las estadísticas mostradas anteriormente.

Otras iniciativas, como las del uso de coches ecológicos serían una gran opción a medio-largo plazo, pero actualmente Leganés no está fomentando esta iniciativa.

C. Concienciamiento de la sociedad

Todas estas medidas no tendrían efecto alguno sin la participación ciudadana. Leganés cuenta con varias asociaciones de vecinos que colaboran en este tipo de iniciativas.

Desde el 2008 se han llevado a cabo diferentes iniciativas para fomentar los siguientes puntos:

- Se ha intentado fomentar la difusión y concienciación de la población sobre las ventajas medioambientales, económicas, sociales, y en la salud y calidad de vida del transporte no motorizado y del transporte público, con las iniciativas vistas anteriormente y con diferentes programas sociales (charlas, cursos, publicidad..).
- Se han promovido medidas de gestión y uso del transporte público, así como urbanísticas, encaminadas a la reducción del consumo energético, la contaminación acústica y ambiental.

Asimismo, aún no se ha favorecido la utilización de vehículos respetuosos con el medio ambiente, que usen combustibles menos contaminantes y energías renovables.

5.2 Mejora del alumbrado público.

El alumbrado público de Leganés consiste en una red de farolas y mecanismos luminosos que podría mejorarse utilizando las TIC o energías renovables.

Todas las farolas se encienden y se apagan a la vez, en muchos casos desaprovechándose horas de luz solar; zonas en las que no hay tráfico de personas ni vehículos, etc. Todo esto se puede optimizar para lograr una gestión más eficiente del alumbrado.

El alumbrado público en España representa el 2,7% del consumo total eléctrico del país. Aproximadamente el 50% de la factura eléctrica de los ayuntamientos corresponde al consumo energético de las infraestructuras de alumbrado público.

Las farolas españolas tienen la potencia más alta de toda la UE y dos veces la de Holanda. El gasto en España asciende a 116 kilovatios por año y habitante, cifra muy superior a los 91 de Alemania y los 43 de Francia.

La empresa Cantabra, SAYME Wireless Sensor Network ha diseñado y fabricado una solución tecnológica, denominada SENSLighting, que permite reducir el consumo energético de las farolas hasta en un 40%, al tiempo que facilita las labores de mantenimiento, reducen sus costes asociados y mejora la calidad del servicio de alumbrado público.

En cada farola se instala un dispositivo electrónico que proporciona varias funcionalidades, como el control remoto, la regulación de potencia, medidas de consumo, y otro conjunto de funcionalidades relacionadas con el mantenimiento, como la falta de tensión de alimentación o la detección de una lámpara rota.

Este conjunto de funcionalidades mejoran las labores de mantenimiento y se integran con los sistemas de información de las empresas que mantienen las infraestructuras de alumbrado público.

Esta solución tecnológica ha sido desplegada en el alumbrado exterior del Parque Científico Tecnológico de Cantabria (PCTCAN), con la colaboración de la empresa Ambar Telecomunicaciones, partner de SAYME. Los dispositivos instalados permiten encender y apagar cada farola de forma individual, remotamente y en tiempo real. Además, el sistema, mide la tensión y la corriente de cada farola, y detecta problemas de suministro energético o si se ha roto una lámpara, proporcionando la alarma correspondiente.

El despliegue de la tecnología SENSLighting proporcionará ahorros significativos en consumo energético, en mantenimiento y mejorará la calidad del servicio de alumbrado, permitiendo crear escenarios lumínicos en función de las necesidades

concretas de cada zona o momento. Por este motivo creemos que la utilización de esta tecnología o similares dotarían a Leganés de un gran ahorro de energía y la introducirían en el cuadro de ciudades españolas que apuestan por la innovación en sus infraestructuras.

5.3 Mejora red de basuras.

La red de basuras de Leganés se cambió hace unos años: pasó de la tradicional recogida de cubos de basura a los contenedores neumáticos que almacenan la basura en el subsuelo.

Este cambio llevó consigo una mejora en la limpieza de vía pública y en preservar los malos olores. Sin embargo, no es tan eficiente como se preveía, ya que las averías se repiten de manera continua y es un hecho bastante usual ver a camiones de la basura pasando a recoger las bolsas que la gente no quiere o no puede introducir en el contenedor, por lo que el gasto en personal y transporte del camión sigue existiendo.

Una nueva tecnología que se está llevando a cabo de manera experimental también en la ciudad de Santander es el proyecto BURBA. Se trata de unos “contenedores inteligentes” dotados con chips capaces de recoger y suministrar información sobre el estado de los residuos, como el volumen o el tipo de contenido de los mismos.

De esta forma, se conoce de manera más precisa por qué calles hay que pasar con más asiduidad, optimizar las rutas de los camiones y saber en qué zonas hay que insistir al ciudadano con campañas de información y sensibilización. Se ahorraría tiempo de recogida y combustible, y se minimizaría las molestias en el tráfico de la ciudad.

Otra ventaja del sistema que se pretende desarrollar es la planificación y optimización de los despliegues de contenedores para atender demandas puntuales y localizadas. Por ejemplo, eventos culturales o deportivos, al tener un control continuo de la localización de cada contenedor y su estado.

Esta tecnología es un proyecto experimental por el momento, pero este tipo de iniciativas son las que a la larga dotan a la ciudad de un carácter innovador y moderno. Para lograr unas ganancias a medio-largo plazo se ha de invertir en este tipo de proyectos, por lo que consideramos que sería una buena propuesta para la ciudad de Leganés.

El año pasado, el Ayuntamiento de Leganés solicitó un proyecto a la empresa SOLUSOFT para mejorar la recogida de basuras y optimizar los sistemas de riego de la ciudad. Los 2 proyectos presentados por la empresa gustaron, ya que suponían un ahorro del gasto público y además proponían soluciones inteligentes y modernas, pero también precisaban de una fuerte inversión inicial. Finalmente los proyectos fueron declinados por asuntos económicos.

Conclusiones sobre Leganés

Las diferentes aplicaciones que hemos visto comparten el fin último de hacer más sencilla la vida de los vecinos a través de soluciones inteligentes que bien pueden ayudarnos a encontrar aparcamiento, como en el caso de una de las aplicaciones de SmartSantander, hacer más eficiente los sistemas de iluminación, como pretende el proyecto SENSLighting, u optimizar el sistema de recogida de residuos que busca el programa BURBA.

Consideramos que, para que Leganés pueda dar un salto en el contexto Smart City se ha de dar un paso grande y arriesgar a la hora de iniciar proyectos de este tipo. Todo proyecto tiene riesgo de fracaso en mayor o menor medida. Para ser una ciudad moderna hay que ser pionera en introducción de las TIC para hacer una ciudad más eficiente. Las Smarts Cities de Santander o Málaga son el claro ejemplo de gestión moderna.

Una cuestión que podemos plantearnos: ¿Por qué llevan existiendo instalaciones de luz inteligente mediante sensores en diferentes edificios privados de España y aún no se ha llevado a cabo en el alumbrado público? Está claro que la inversión inicial para la mayoría de éstas iniciativas tienen costes prohibitivos para ayuntamientos locales, pero si, en este caso, el Ayuntamiento de la Comunidad de Madrid apostara por inversiones de este tipo las concejalías locales lo tendrían más fácil.

Para poder apostar por este tipo de proyectos en los tiempos que corren, hay que buscar fuentes de ingresos, y como hemos visto a lo largo del informe, la ciudad inteligente ofrece modelos de negocio apetecibles. Partiendo de la premisa de que los datos son la materia prima fundamental de todo servicio en el marco de la Smart City, el Ayuntamiento podría utilizar el *data warehouse* de los datos recopilados en la ciudad, y ofrecerlo a empresas externas que serían las que realizarían la inversión en el proyecto. De ésta manera, habría oportunidades de negocio para empresas en la ciudad, a cambio de que éstas realizaran proyectos interesantes en Leganés. Las tecnologías serían tantas y tan variadas como las utilizadas por los sectores que usen la Plataforma SmartCity para ofrecer su servicio de valor añadido, abriéndose así oportunidades de negocio en la ciudad. Se podría decir que de esta manera el Ayuntamiento pondría el BigData y las empresas externas la etiqueta “Smart”.

Otra opción que serviría para dotar del famoso “valor añadido” a Leganés, sería fomentar el turismo atrayendo a gente de otras localidades “invitándolas” a conocer la ciudad, publicitando edificios públicos antiguos, sus parques, su gastronomía o incluso su etiqueta de “ciudad universitaria”. De ésta manera, cuanto mayor sea el número de turistas mayor será el beneficio económico en los comercios públicos. Leganés cuenta con una prestigiosa universidad en la cual se matriculan anualmente centenares de futuros “ingenieros”. Además, se cuenta en la localidad con un parque tecnológico en el que diversas empresas apuestan por soluciones tecnológicas, siendo la propia universidad la

que cuenta con un Parque Científico, el cual contribuye con oferta tecnológica, patentes, Centros I+D+i, emprendedores de base tecnológica y otros servicios para la innovación, en colaboración con las empresas, a la promoción del desarrollo económico y social del entorno.

Contando con estos datos se propone una ciudad que intente alcanzar sus objetivos en el entorno de la SmartCity por medio de soluciones tecnológicas, yendo Ayuntamiento, Universidad y ciudadanía de la mano hacia un futuro innovador e inteligente.

Por otro lado, Leganés siempre ha presumido de ser una de las ciudades que mejor trata a sus mayores. Las aplicaciones sobre mejoras relacionadas con la tercera edad están de moda, y dado que actualmente la pirámide social se está invirtiendo (la esperanza de vida aumenta y la natalidad se congela), el número de personas que engloba la tercera edad en Leganés es de los más altos de la Comunidad de Madrid.



[25] Evolución demográfica de Leganés

Así pues, una inversión en aplicaciones tecnológicas dirigidas a este sector de la sociedad de Leganés sería de gran ayuda a la ciudad. Además, la entrada de empresas dirigidas a este sector puede ser un nuevo modelo de negocio para la administración.

♦ **Ejemplo de empresa externa: SOLUSOFT**

Solusoft es una compañía de Consultoría y Servicios en Tecnologías de la Información con una amplia experiencia, que supera ya los 18 años y que está repleta de casos de éxito en la implantación de productos y herramientas informáticas al servicio de muchas empresas y organizaciones en general. Está situada en el Parque Tecnológico de Leganés.

Su director de I+D+i, Sergio Alcalde Rodríguez, nos habla de su experiencia en el ofrecimiento de aplicaciones al Ayuntamiento de Leganés, las cuáles no han fructificado en los últimos años.

Además de la petición que el Ayuntamiento de Leganés les hizo a SOLUSOFT sobre proyectos basados en optimización de riego y recogida de residuos, han sido varias las aplicaciones que han sido ofrecidas por la empresa al Ayuntamiento, siendo declinadas todas ellas. Un par de ejemplos son los siguientes:

Proyecto TWERI:

La aplicación es una solución dirigida a familiares y personas al cuidado de enfermos de Alzheimer que quieren mejorar la autonomía de estas personas, manteniendo la tranquilidad durante los paseos que pueden, y deben, dar en las primeras etapas de la enfermedad. Diseñada con la colaboración de la Asociación de Familiares de enfermos de Alzheimer AFAL de Getafe, se trata de una aplicación móvil que funciona, hoy por hoy, sobre teléfonos móviles iPhone y Android.

Una vez descargada en uno de esos dispositivos, se podrán establecer unos límites de seguridad para los paseos que la persona pueda dar, basados en un tiempo máximo que puede estar fuera y/o un radio máximo de distancia.

Cuando el enfermo sale de paseo, sólo es necesario activar la aplicación. En el momento en el que los límites de seguridad son superados se emiten automáticamente alertas al cuidador o a la persona que se hubiera establecido, indicándole esta circunstancia vía email, junto con la última posición geográfica obtenida por el dispositivo.

Geodenuncia:

Fue un proyecto ofrecido al Ayuntamiento de Leganés, el cuál proponía a los ciudadanos que se implicaran en el mantenimiento de la ciudad. Por medio de una aplicación móvil, cualquier ciudadano que observase cualquier anomalía en el mobiliario urbano podía dar parte de ello a las autoridades competentes simplemente utilizando ésta aplicación.

Ambos proyectos no fueron aceptados por los políticos del Ayuntamiento. En el caso de la Geodenuncia, la recepción de un mayor número de incidencias podría producir un colapso en los servicios municipales, los cuáles deberían verse incrementados para atender las peticiones de los ciudadanos, por lo que los dirigentes decidieron no instalarla.

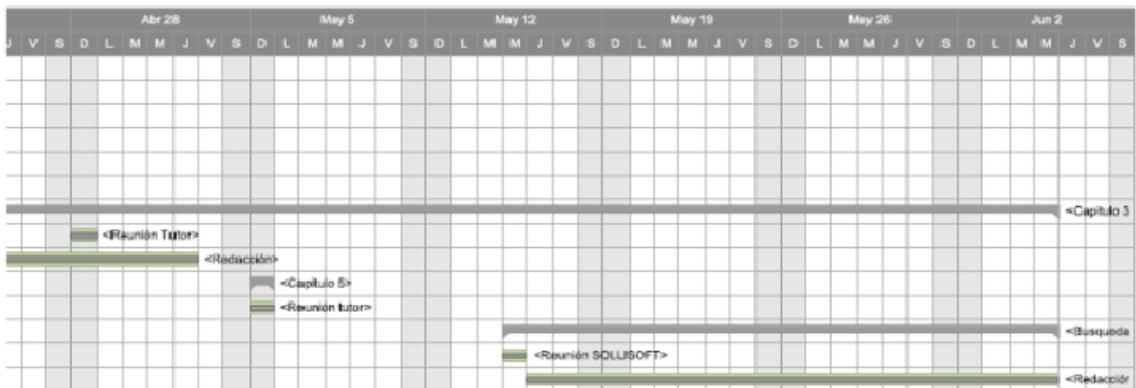
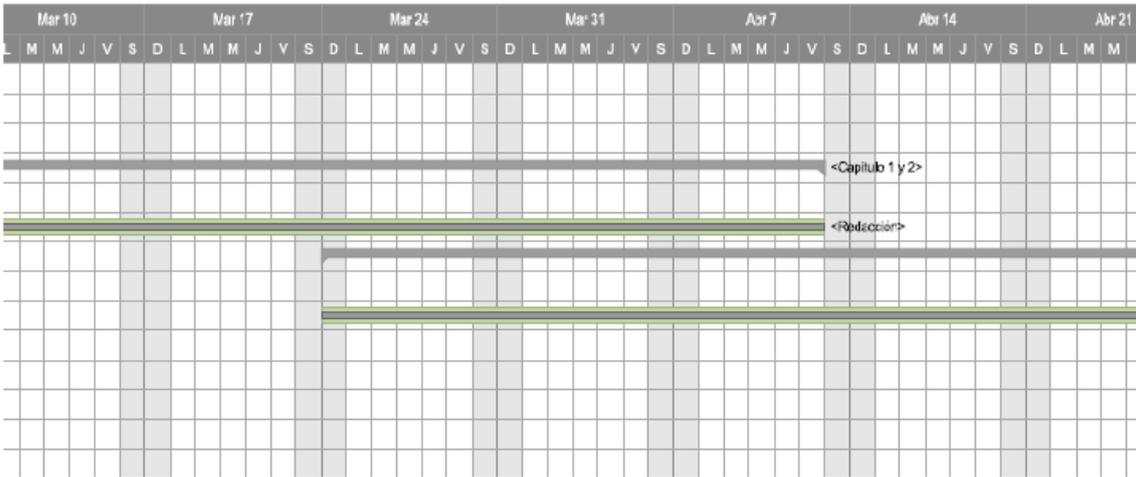
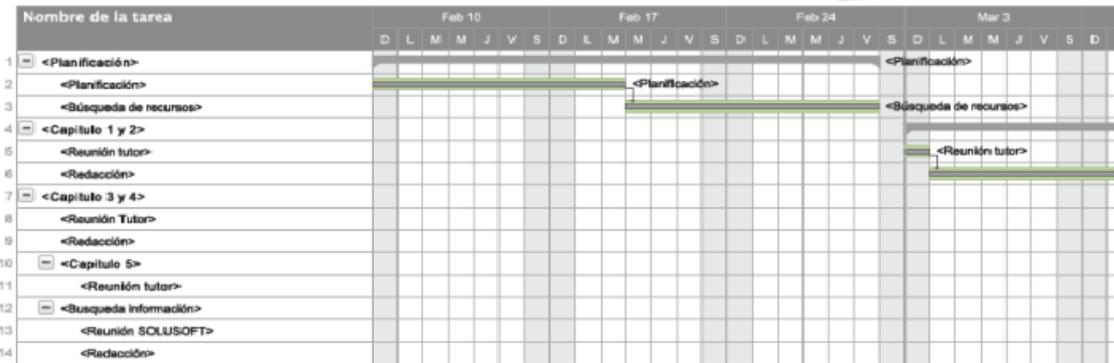
En este caso, la no inversión en mejoras sociales no es un buen indicador hacia el futuro Smart de la ciudad. El Ayuntamiento debería innovar y ser pionero en el lanzamiento de éste tipo de aplicaciones, ya que como hemos estudiado durante el informe, el ciudadano es el principal sensor de la Smart City, y todas las mejoras que se puedan realizar para que la participación del ciudadano sea mayor en el desarrollo de la ciudad pueden ser vitales para el objetivo SmartCity.

PLANIFICACIÓN

En el inicio del proyecto se fijó una planificación que se ha ido cumpliendo a lo largo del mismo. Se fijaron fechas para un desarrollo faseado del mismo, para que de esta forma fuera más sencillo su progreso y poder realizar el seguimiento de forma más precisa.

A continuación podemos ver el esquema de tareas con fechas de organización, y el diagrama de planificación del proyecto.

<i>i</i>	Nombre de la tarea	Fecha de inicio	Fecha de finalizació	Duración	Predecesoras	% Completo
	<input type="checkbox"/> <Planificación>	10/02/13	01/03/13	16		100%
	<Planificación>	10/02/13	19/02/13	8		100%
	<Búsqueda de recursos>	20/02/13	01/03/13	8	2	100%
	<input type="checkbox"/> <Capítulo 1 y 2>	03/03/13	12/04/13	31		1
	<Reunión tutor>	03/03/13	03/03/13	1		100%
	<Redacción>	04/03/13	12/04/13	30	5	100%
	<input type="checkbox"/> <Capítulo 3 y 4>	24/03/13	05/06/13	54		1
	<Reunión Tutor>	28/04/13	28/04/13	1		100%
	<Redacción>	24/03/13	02/05/13	30		100%
	<input type="checkbox"/> <Capítulo 5>	05/05/13	05/05/13	1		1
	<Reunión tutor>	05/05/13	05/05/13	1		100%
	<input type="checkbox"/> <Busqueda información>	15/05/13	05/06/13	16		1
	<Reunión SOLUSOFT>	15/05/13	15/05/13	1		100%
	<Redacción>	16/05/13	05/06/13	15		100%



PRESUPUESTO

Partimos de la base de que 1 mes consta de 4 semanas, 1 semana de 5 días hábiles y un día de 4 horas de trabajo. La duración del proyecto ha sido de 4 meses según lo acordado en la planificación.

Por tanto, el número de horas mensuales dedicado al proyecto han sido de 80 horas.

El trabajo fin de grado ha sido presupuestado teniendo en cuenta el tiempo dedicado por el tutor y por el alumno, además del equipo empleado para su búsqueda de información, el desarrollo y la elaboración del TFG.

En las tablas se muestra el desglose personal y material:

Categoría	Nombre	Tiempo dedicado	Coste (persona/día €)	Coste Total
Jefe Proyecto	Antonio Castillo	10%	600 €/día	4800 €
Ingeniero Senior	Abel Cerezo	90%	350 €/día	25200 €

Tipo material	Coste	Dedicación (meses)	Periodo depreciación	Coste Imputable
Ordenador portátil	800 €	4	60	53,3 €
Documentación	2000 €	4	0	3000 €
Overhead (Secretaría, desplazamientos...)	8 %	4	-	2564,2 €

Desglose total incluyendo impuestos:

Coste personal	30.000 €
Coste material	5.617,5 €
Coses indirectos	7.479,6 €
Coste total	43.097 €

BIBLIOGRAFIA

Imágenes y Tablas:

- [1]Tabla. Ahorros en la provisión de servicios en el marco de una Smart City
<http://smartcity-telefonica.com/>
- [2] Inauguración Red de Pantallas en Metro de Madrid
<http://www.elmundo.es/>
- [3] Esquema Smart Grid
<http://energyforenergy.blogspot.com.es/>
- [4] Estructura genérica del contador de energía eléctrica,
 [5] Esquema general del sistema de teledioda
<http://upcommons.upc.edu/e-prints/bitstream/2117/9066/1/5025.pdf>
- [6] Demanda de los usuarios en el 2010 catalogada por áreas de actuación
<http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?id=14717&c=6&idm=>
- [7]Cadena de valor Smart City
 [8] Cadena de valor Smart City
<http://smartcitymb3.wordpress.com/2012/09/23/la-cadena-de-cadenas-the-smart-cities-chains-chain-la-cadena-de-valor-de-una-smart-city/>
- [9] Etiqueta RFID
<http://serbusamantenimientoindustrial.com/tecnologia-rfid/>
- [10] Códigos QR y BIDI
<http://www.starporcasa.com/%C2%BFpor-que-los-codigos-qr-no-son-codigos-bidi/>
- [11]Fuente: Telefónica “Smart Cities: un primer paso hacia la Internet de las Cosas”.
http://www.fundacion.telefonica.com/es/que_hacemos/media/publicaciones/SMART_CITIES.pdf
- [12] Gráfica arquitectura CROWD
<http://www.networks.imdea.org/es/actualidad/noticias/2013/explotacion-densidad-red-comunicaciones-moviles/>
- [13] Aplicaciones M2M
<http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/m2m>
- [14] Estándares para M2M
<http://www.slideshare.net/zahidtg/standardisation-on-m2m-at-etsi-m2m-platform>
- [15] Aplicaciones M2M
<http://altrantelecom.wordpress.com/2012/01/11/estandarizacion-m2m-de-la-etsi/>

- [16] Cities in the Cloud. A Living PlanIT Introduction to Future City Technologies
<http://blogs.icemd.com/blog-smart-cities-un-paseo-de-adam-smith-por-la-sociedad-digital/C608/Gestion-de-Utilities-en-una-Smart-City.html>
- [17] Knowledge-based urban development: local economic development path of Brisbane, Australia.
<http://eprints.qut.edu.au/14828/1/14828.pdf>
- [18] OCDE. Regional Statistics Database 2010.
<http://www.oecd-ilibrary.org/>
- [19] Porcentaje de PIB
<http://www.fao.org/docrep/009/j7353s/j7353s06.htm>
- [20] Servicios finales Smart City
<http://smartcity-telefonica.com/?p=84>
- [21] Viajes/día interiores en Leganés
[22] Índice de accidentes de tráfico
[23] Tabla indicadores de emisiones C02
http://www.leganes.org/portal/RecursosWeb/DOCUMENTOS/1/0_36532_1.pdf
- [24] Plano. Vías ciclistas en Leganés
<http://www.dleganes.net/2011/01/una-nueva-linea-urbana-de-autobus-que.html>
- [25] Evolución demográfica de Leganés
<http://es.wikipedia.org/wiki/Legan%C3%A9s>

Referencias:

Capítulo 1:

<http://www.ciape.org/blog/2012/03/06/ciudades-inteligentes-ahorro-y-calidad-de-vida/>

http://blogs.20minutos.es/codigo-abierto/2013/05/29/smartcitizens_cc-conectando-la-inteligencia-ciudadana/

http://www.pactual.com/articulo/actualidad/especiales/10539/ciudades_inteligentes_ahorro_calidad_vida.html?_part=2

http://www.fundacion.telefonica.com/es/que_hacemos/media/publicaciones/SMART_CITIES.pdf

Capítulo 2

Documento: Large-scale integrating project (IP) proposal, My City Companion

Vehículos eléctricos

<http://www.minetur.gob.es/es-es/gabineteprensa/notasprensa/documents/estrategiaintegralveh%C3%ADculoelectrico060410.pdf>

Tecnología EasyTool

<http://www.visitportugal.com/NR/exeres/D1F46576-727B-42CA-BA69-C33AFBA3D81C.frameless.htm>

<http://www.minetur.gob.es/es-es/gabineteprensa/notasprensa/documents/estrategiaintegralveh%C3%ADculoelectrico060410.pdf>

Smart Grids

<http://vse-smartenergy.com/wp/?portfolio=%C2%BFque-es-smart-grid>

Smart Meetering

<http://upcommons.upc.edu/e-prints/bitstream/2117/9066/1/5025.pdf>

Inmótica

<http://simelec.es/es/productos/inmotica>

e-administración Córdoba

<http://e-administracion.uco.es/>

Teletrabajo

<http://www.educaweb.com/noticia/2011/11/14/teletrabajo-learning-pueden-mejorar-conciliacion-vida-personal-laboral-5079/>

Tecnología NFC

<http://www.ocu.org/tecnologia/telefono/noticias/tecnologia-nfc>

Capítulo 3

Tecnologías aplicables

<http://www.iniciativamasuno.com/sala-de-prensa/articulos/la-cadena-de-cadenas-the-smart-cities-chains-chain-la-cadena-de-valor-de-una-smart-city/>

Tecnologías para la recolección de datos

http://observatorio.cenatic.es/index.php?id=806:plataformas-servicios-y-aplicaciones-de-codigo-abierto-para-las-smart-cities&Itemid=137&option=com_content&catid=94:tecnologia&view=article

Open Data

<http://www.computerworld.es/archive/comienza-el-movimiento-open-data>

Data Warehouses

<http://www.monografias.com/trabajos17/data-warehouse/data-warehouse.shtml>

Data Mining

<http://www.monografias.com/trabajos/datamining/datamining.shtml>

M2M

<http://www.synkro.net/Private/M2Mpdf.pdf>

Capítulo 4

Modelos de Negocio

<http://smartcitymb3.wordpress.com/2012/12/22/la-ciudad-inteligente-y-modelos-de-negocios-10-asociaciones-claves-para-una-smartcity/>

Operadores

<http://www.networkworld.es/telecomunicaciones/como-seran-los-operadores-en-el-mundo-20>

Capítulo 5

Plan Movilidad Sostenible Leganés

http://www.leganes.org/portal/contenedor_ficha.jsp?seccion=s_fdes_d4_v1.jsp&codbusqueda=525&language=es&codResi=1&codMenuPN=49&codMenuSN=218&codMenu=1002&layout=contenedor_ficha.jsp

Vía ciclista Leganés

<http://www.enbicipormadrid.es/2010/02/la-bicicleta-en-leganes.html>

Alumbrado

<http://www.mundoenergia.com/2013/05/23/sayme-expande-su-sistema-de-gestion-eficiente-para-alumbrado-publico-en-el-parque-cientifico-tecnologico-de-cantabria-pctcan/>

Empresa SOLUSOFT

<http://www.solusoft.es/inicio.aspx>

Proyecto BURBA

http://portal.ayto-santander.es/portal/page/portal/inet_santander/ficha/ficha_ayto?itemId=4627589

Parque tecnológico

http://www.uc3m.es/portal/page/portal/investigacion/parque_cientifico/servicios/Cartera