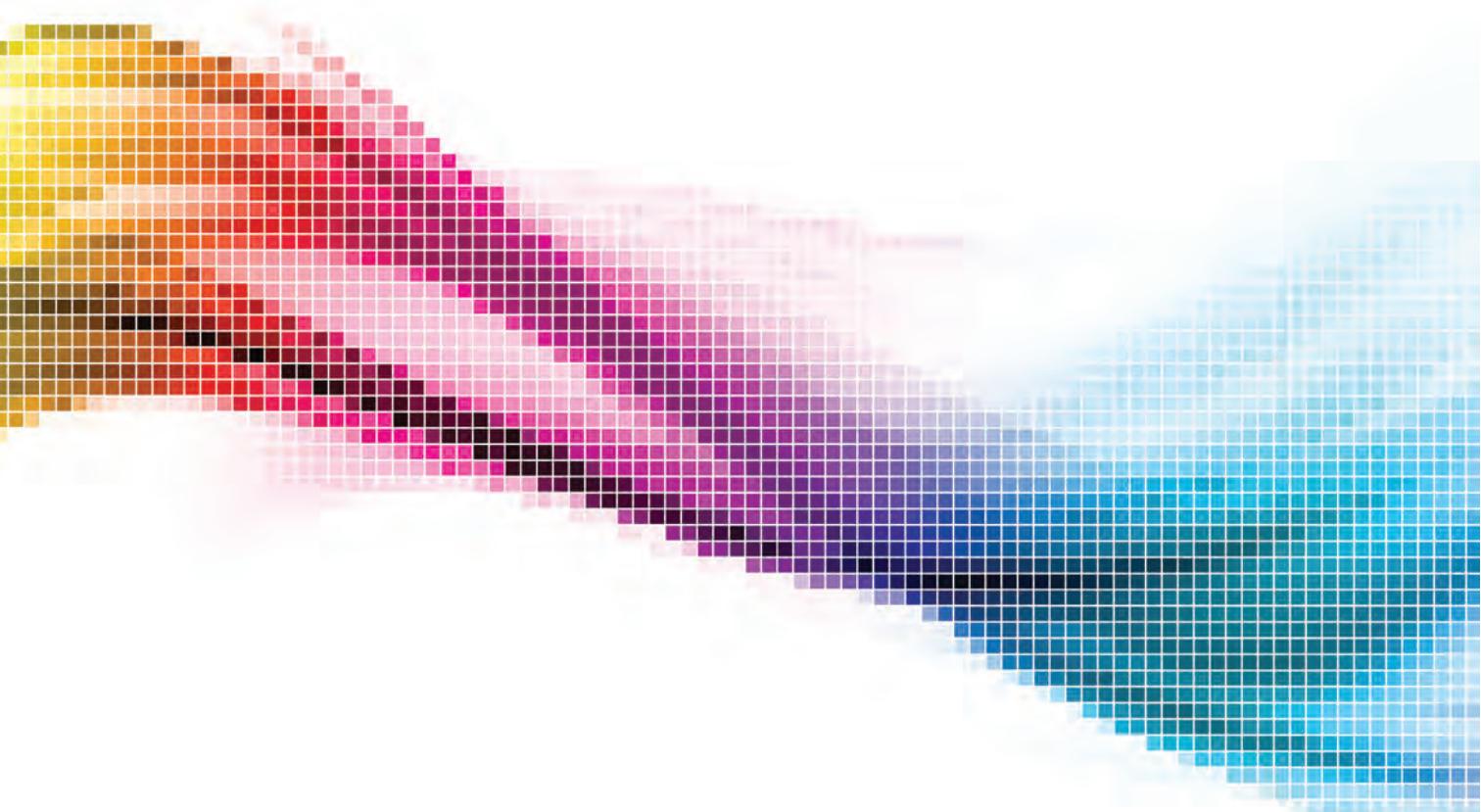


2012

# SMART CITIES

SMART CITIES





2012

# SMART CITIES

**Elaboración y Edición:** AMETIC  
**Coordinación:** Foro TIC para la sostenibilidad  
**Diseño y maquetación:** Leaders Comunicación  
**Imprime:** Gráficas Apel  
**Depósito Legal:** AS 0926-2013

PROYECTO COFINANCIADO POR:



plan  
avanza2,,,



AMETIC realiza esta actuación bajo el Proyecto Estudio SMART TIC (TSI-020100-2011-242) Cofinanciado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, dentro del Plan Nacional de Investigación Científica, desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011



# ÍNDICE

■ 1. Resumen Ejecutivo	5
■ 2. Introducción	9
■ 3. Un futuro urbano	13
■ 3.1 El crecimiento de las ciudades	14
■ 3.2 La prosperidad de las ciudades	19
■ 4. Smart City: un concepto amplio	27
■ 5. La evolución hacia la Smart City de las ciudades maduras	37
■ 6. Tecnologías y Servicios en la Smart City	39
■ 6.1 Los Servicios de la Smart City	40
■ 6.2 Tecnologías para la Smart City	44
■ 6.3 Estándares para la Smart City	50
■ 7. La Smart City como oportunidad para el desarrollo económico	55
■ 8. Hacia la Smart City. Iniciativas públicas y privadas	59
■ 8.1 Políticas Públicas de impulso de las Smart Cities	59
■ 8.2 Casos de Éxito de Smart Cities	64
■ 8.3 La financiación de la Smart City	76
■ 9. Conclusiones y recomendaciones	85
■ 9.1 Recomendaciones para los poderes públicos	85
■ 9.2 Recomendaciones para la industria TIC	87
■ 9.3 Hoja de Ruta. Los diez pasos hacia la Smart City	87





# 01 RESUMEN EJECUTIVO

El siglo XXI será el siglo de las ciudades. Tanto en el mundo desarrollado como en los países emergentes, las urbes se constituirán en el centro de la actividad social y económica. En los países desarrollados, este proceso ya se ha producido en gran medida, y durante los próximos años terminará de culminarse. En las naciones en vía de desarrollo, los movimientos migratorios están desplazando grandes masas de población desde las áreas rurales hacia las ciudades, en algunos casos verdaderas megápolis, que están experimentando un rápido crecimiento, en no pocas ocasiones desordenado y pleno de profundas desigualdades.

Las ciudades del futuro concentrarán la mayor parte de población del planeta; serán el foco de la actividad cultural, artística y económica; consumirán la mayoría de los recursos naturales y energéticos; generarán la mayor parte de los residuos y serán responsables de la emisión a la atmósfera de los gases de efecto invernadero. Las ciudades, en suma, serán el foco de la actividad humana, que se localizará en una fracción de la superficie del planeta, con todos los efectos que ello conlleva. Efectos positivos, al aprovechar la concentración humana para estimular el desarrollo económico, las relaciones, la innovación, el progreso de las artes y las ciencias, para facilitar modelos sostenibles de gestión energética, para poner al alcance de la mayor parte de la población mundial el acceso a los servicios básicos, a la sanidad y a la educación. Pero efectos también negativos, como el incremento de la población que habita en suburbios sin agua corriente ni electricidad, el incremento de la inseguridad, o de la contaminación del aire.

El Foro TIC para la Sostenibilidad, por medio del presente informe, expone su visión de las Smart Cities, del propio concepto de ciudad inteligente, de los servicios que puede prestar y de las tecnologías que han de sustentar una más eficiente prestación de esos servicios.



La Smart City se erige como gran oportunidad para gestionar de la forma más eficiente ese futuro eminentemente urbano. La aplicación extensiva e intensiva de las Tecnologías de la Información y la Comunicación a los servicios públicos, a la gestión del suministro y consumo de energía o de agua, a la mejora del transporte y la movilidad, a la seguridad ciudadana y la protección civil, a la creación de un entorno favorable para los negocios y la actividad económica de alto valor añadido, al gobierno de la ciudad y a la transparencia y participación ciudadanas constituyen la clave de la transformación de la ciudad tradicional en una Smart City. Es el de Smart City un concepto amplio, en el que caben definiciones de diverso alcance, desde las más restrictivas hasta las más extensivas, pero que comparten en todos los casos la aplicación de las TIC como pilar básico y elemento transversal facilitador de la mejora de los servicios públicos, de la sostenibilidad y de la eficiencia.

El carácter transversal de la tecnología convierte también a la Smart City en una gran oportunidad para que la industria del sector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación se erija, una vez más, en el gran transformador de la sociedad humana. La Smart City requiere de nuevos dispositivos, de sensores, de redes de comunicaciones, de capacidad de almacenamiento y de procesamiento, de plataformas de gestión de servicios que permitan mejorar la prestación de los servicios de la ciudad, como la energía, el agua, el transporte, la gestión de residuos, el comercio, el turismo o el gobierno. Las empresas del sector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación se enfrentan, pues, a un gran reto y a una inmensa oportunidad de crecimiento y de desarrollo. Una oportunidad, nuevamente, de contribuir de forma decisiva a la mejora de la calidad de vida de los seres humanos mediante la tecnología.

Los servicios que puede prestar una Smart City se asocian a las tecnologías en las que se pueden apoyar para hacerlo. Estas tecnologías abarcan desde las redes de comunicaciones por línea y por radio hasta los sistemas M2M (*Machine to machine*) de Internet de las Cosas, que permiten la gestión de sensores y actuadores a lo largo y ancho de la ciudad. La gran capacidad de adquisición de datos a través de sensores desplegados por toda la ciudad requiere de una capacidad de almacenamiento y procesamiento adecuada, siendo para ello de aplicación las tecnologías emergentes de Big Data. La amplia panoplia de tecnologías que se emplean en el modelo de Smart City hace imprescindible el desarrollo de estándares y normas que faciliten la interoperabilidad de sistemas y dispositivos. Los organismos de normalización y estandarización están trabajando en esta línea.

Las Smart Cities constituyen también una nueva oportunidad para el crecimiento económico, a través de la mejora de la productividad asociada a la prestación más eficiente de servicios, así como mediante la capacidad de atracción de talento e inversiones, propia de las ciudades más desarrolladas. Es por ello que las políticas públicas tanto a nivel europeo como nacional han identificado este nuevo modelo de ciudad como un objetivo a perseguir. Iniciativas como la Red Española de Ciudades Inteligentes son una buena prueba de ello. Otros casos de éxito, tanto españoles como extranjeros, dan buena cuenta del interés que el concepto de Smart City está despertando entre las autoridades municipales y estatales de todo el mundo.

La financiación de la evolución a la Smart City es un aspecto esencial de cualquier proyecto de modernización urbana. La magnitud de las inversiones necesarias, así como la necesidad de mantenerlas de forma sostenida en el tiempo, invitan a aplicar modelos de financiación basados en la colaboración público privada.

La evolución de las ciudades hacia Smart Cities requiere de impulso político, de un compromiso claro de la industria TIC y de otros sectores como el energético o el del transporte, y requiere también de la implicación de los propios ciudadanos. Los siguientes diez puntos conforman el decálogo que toda ciudad debería tener presente al iniciar su transformación en una Smart City:





■ En primer lugar, es necesario caracterizar la ciudad. Conocer sus fortalezas y debilidades, su perfil sociológico y demográfico, sus necesidades más perentorias y cómo éstas van a evolucionar en el futuro.

■ Una vez caracterizada la ciudad, hay que decidir qué Smart City se desea tener. Por ejemplo, una ciudad con una población que envejece rápidamente podría priorizar los servicios sociosanitarios de la Smart City. Una ciudad con un consumo energético muy ineficiente podría priorizar los servicios de energía. En resumen, se trata de seleccionar los servicios de mayor interés para la ciudad, y comenzar a trabajar en ellos.

■ La transformación de una ciudad en Smart City es un proceso largo. Por ello, antes de iniciar esta transformación es necesario disponer de un compromiso firme por parte de todas las administraciones y fuerzas políticas que podrían gestionar la ciudad a lo largo del proceso.

■ La transformación de una ciudad en Smart City requiere de la participación de múltiples agentes privados. Hay que asegurar la adhesión y participación de todos ellos, desde empresas de suministro energético, servicios financieros o de transportes, hasta la sociedad civil.

■ La transformación de una ciudad en Smart City es un proyecto de inversión que requiere financiación. Esta financiación debe proceder tanto del ámbito público como del privado, pues las ganancias de eficiencia que se derivan de los servicios prestados por la Smart City alcanzan a ambas esferas.

■ La transformación de una ciudad en Smart City es un proyecto de gran envergadura que requiere la implicación de los ciudadanos. La comunicación ha de ser constante y consistente, y la transformación ha de ser vista por todos los habitantes de la ciudad como un proyecto común y de gran alcance.

■ La transformación de una ciudad en Smart City es un proceso lento, pero no obstante el plan de proyecto ha de incluir algún logro intermedio que permita que los agentes de la ciudad accedan a algunos de los beneficios de la Smart City en el menor plazo posible.

■ Los responsables del proyecto de transformación han de seleccionar soluciones y estándares abiertos, huyendo de soluciones propietarias y cerradas que puedan comprometer el futuro de las inversiones que se realicen.

■ En general, y salvo para la realización de pruebas piloto, es conveniente minimizar el riesgo tecnológico en el desarrollo de proyectos innovadores en el ámbito de las Smart Cities.

■ Todo proyecto requiere un conjunto de indicadores y métricas, de seguimiento y de impacto, que permita medir tanto el avance del mismo como sus resultados.





## 02 INTRODUCCIÓN

El término Smart City, empleado desde hace ya más de veinte años, hace referencia a un concepto de ciudad sostenible, que ofrece una serie de servicios y prestaciones que elevan la calidad de vida de sus habitantes, y que al mismo tiempo permite a la ciudad incrementar su competitividad y su capacidad para crecer económicamente. Como se detallará más adelante, es necesario actuar en múltiples dimensiones o ejes para que una ciudad se convierta en una Smart City, pero el elemento común que permite desarrollar cada uno de esos ejes es el uso y aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Es por ello que, necesariamente, el sector de las TIC ha de jugar un papel protagonista en el avance hacia este nuevo modelo de ciudad, ya que estas tecnologías constituyen el principal elemento facilitador, *enabler*, para el desarrollo de las Smart Cities.

Para que las Smart Cities se conviertan en una realidad, es necesario que existan los estímulos precisos con el fin de allegar los recursos que tamaña transformación exige. Y el principal estímulo es el imparable desarrollo urbano a nivel mundial, que está transformando a las grandes ciudades en verdaderos polos de desarrollo, de concentración demográfica y de actividad económica. En el año 1950, la población urbana en todo el planeta ascendía a 750 millones de personas. En el año 2011, esa cifra se había elevado a 3.600 millones de seres humanos, lo que suponía la mitad de la población mundial. Se estima que en 2030 el 60% de la población vivirá en ciudades<sup>1</sup>. En las regiones en desarrollo, las previsiones de crecimiento urbano son todavía más acusadas. En África se estima que los 414 millones de habitantes de ciudades en la actualidad se transformarán en 1.200 millones en el año 2050. En Asia se pasará de 1.900 millones a 3.300 millones.

La concentración de la población, del consumo energético, de las emisiones contaminantes, de la actividad humana en general y económica en particular, en una superficie muy pequeña del planeta, ofrece una serie de ventajas y oportunidades, pero también genera problemas de muy variada índole. El modelo de Smart City persigue potenciar las primeras y paliar los segundos.

Las TIC son un pilar básico para el crecimiento sostenible de todos los sectores de la economía. Las TIC inteligentes (*smart*) son tecnologías más verdes, más sostenibles, que no sólo consumen menos energía sino que ayudan a mejorar el rendimiento y el comportamiento medioambiental del conjunto de la sociedad. Este desarrollo y aplicación "inteligente" de las TIC en pos de la sostenibilidad constituye lo que se ha venido a denominar Green TIC, o TIC verdes, una de cuyas aplicaciones más destacada es precisamente el desarrollo de las Smart Cities. Por tanto, las Smart Cities constituyen un instrumento esencial para garantizar un futuro sostenible, en el que los recursos sean aprovechados de manera eficiente, y la minimización del impacto en el medio ambiente de las actividades humanas.

1.-[http://www.un.org/es/sustainablefuture/pdf/Rio+20\\_FS\\_Cities\\_SP.pdf](http://www.un.org/es/sustainablefuture/pdf/Rio+20_FS_Cities_SP.pdf)



Para la industria tecnológica, las Smart Cities constituyen un importante nicho de mercado, así como una oportunidad clave para que la industria del sector continúe impulsando el crecimiento, el empleo y la mejora de la calidad de vida.

Por todo ello, AMETIC considera esencial profundizar en el conocimiento de las Smart Cities. El presente informe es fruto del trabajo desarrollado por AMETIC, con la colaboración del Foro TIC para la Sostenibilidad, de la Comisión de Smart Cities de AMETIC y con el apoyo del Ministerio de Industria, Energía y Turismo a través del Plan Avanza, en la convocatoria 2011 del Subprograma Avanza Competitividad I+D+i.

A través del Foro TIC para la Sostenibilidad, en la elaboración de este informe han participado representantes de las siguientes instituciones y empresas:

-  Ametic
-  Fundetec
-  Fundación España Digital
-  Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información
-  Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Secretaría de Estado de Energía
-  Ministerio del Interior. Dirección General de Tráfico
-  Red Española de Ciudades Inteligentes (RECI)
-  Ayuntamiento de Madrid
-  Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT)
-  Fundación Ecoasimelec
-  Fundación Ecopilas
-  Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural
-  Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente. Oficina Española del Cambio Climático
-  Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
-  Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Red.es
-  Ministerio de Industria, Energía y Turismo. TurEspaña
-  Fundación Entorno-BCSD España
-  Fundación CEDDET

-  Club de Excelencia en Sostenibilidad
-  Real Academia de Ingeniería
-  Universidad Politécnica de Madrid
-  Endesa
-  Iberdrola
-  Arthur D. Little
-  Iclaves

El informe se ha estructurado en una serie de capítulos que facilita su lectura y consulta. Así, tras esta introducción se presenta, en el tercer capítulo, un análisis de la evolución de las ciudades y de las previsiones que apuntan a un escenario futuro dominado por las grandes ciudades.

El cuarto capítulo se adentra en la evolución del concepto de Smart City, el cual resulta en ocasiones difuso, debido a su amplitud. Para ello, se desarrollan diferentes definiciones de Smart City, desde las más restrictivas hasta las más amplias, todas ellas con el denominador común del papel clave y protagonista de las TIC.

El quinto capítulo del informe se dedica a analizar la posición de las ciudades maduras en su evolución hacia el modelo de Smart City. En contraposición a las ciudades que se están creando y que están creciendo en los países en desarrollo, las urbes europeas son en su inmensa mayoría ciudades con una dilatada historia que condiciona decisivamente su forma de evolucionar y proyectarse hacia el futuro, pero al tiempo son ya ciudades generalmente bien posicionadas en las diferentes dimensiones de las Smart Cities.

El sexto capítulo se centra en la Smart City como prestadora de servicios, así como en las tecnologías que pueden emplearse para ello. En este análisis se incluye la descripción de los diferentes estándares que, aunque en estado incipiente muchos de ellos, han de facilitar el desarrollo tecnológico de las Smart Cities.

En el séptimo capítulo se profundiza en la Smart City como oportunidad para el desarrollo económico. Las Smart Cities pueden constituirse en el crisol que alumbre el tan deseado cambio de modelo de crecimiento, facilitando la evolución hacia una economía sostenible, más respetuosa con el medio ambiente, y basada en el conocimiento.

El octavo capítulo recopila algunas iniciativas públicas y privadas, incluyendo aquí tanto experiencias de éxito como políticas públicas de impulso y ayuda al desarrollo de las Smart Cities. En este mismo capítulo se analizan las fórmulas financieras aplicables a la transformación de la Smart City, prestando especial atención a los modelos de colaboración público-privados.

Por último, en el noveno capítulo se hace una recapitulación del documento y se aventuran algunas recomendaciones, dirigidas tanto a los poderes públicos como a la industria del sector TIC. A modo de colofón, en este último capítulo se incluye una hoja de ruta tentativa para la transformación de una ciudad en una Smart City.



## 03 UN FUTURO URBANO

Nunca antes, en la historia de la Humanidad, las concentraciones de población que conocemos como ciudades han tenido el peso e importancia que tienen ahora. Las ciudades aglutinan, a día de hoy, aproximadamente a la mitad de la población mundial, pero su peso relativo en términos de actividad económica es incluso mayor. También es mayor el impacto de las ciudades en el medio ambiente. Las ciudades representan entre el 60% y el 80% del consumo energético total, y generan el 75% de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera<sup>2</sup>. Las ciudades impactan decisivamente en su entorno, dotándose de una zona de influencia, en la que consumen recursos, que puede alcanzar entre cien y doscientas veces la superficie efectivamente urbanizada. La concentración urbana tiene también consecuencias en el campo de la salud pública. La baja calidad del aire en muchas ciudades, especialmente en las ubicadas en países en vías de desarrollo, las cuales están experimentando un crecimiento muy rápido en los últimos años, supera en varias veces los umbrales establecidos por la Organización Mundial de la Salud<sup>3</sup>. La OMS<sup>4</sup> estima que más de dos millones de personas fallecen prematuramente cada año debido a la baja calidad del aire que respiran.

Las ciudades, en definitiva, constituyen el entorno en el que la mayor parte de la población mundial va a crecer, a trabajar, a vivir y a relacionarse. La calidad de vida que estas ciudades puedan ofrecer, así como las oportunidades de desarrollo personal y profesional que se den en su seno, van a condicionar el futuro de la humanidad en este siglo que apenas acaba de comenzar.

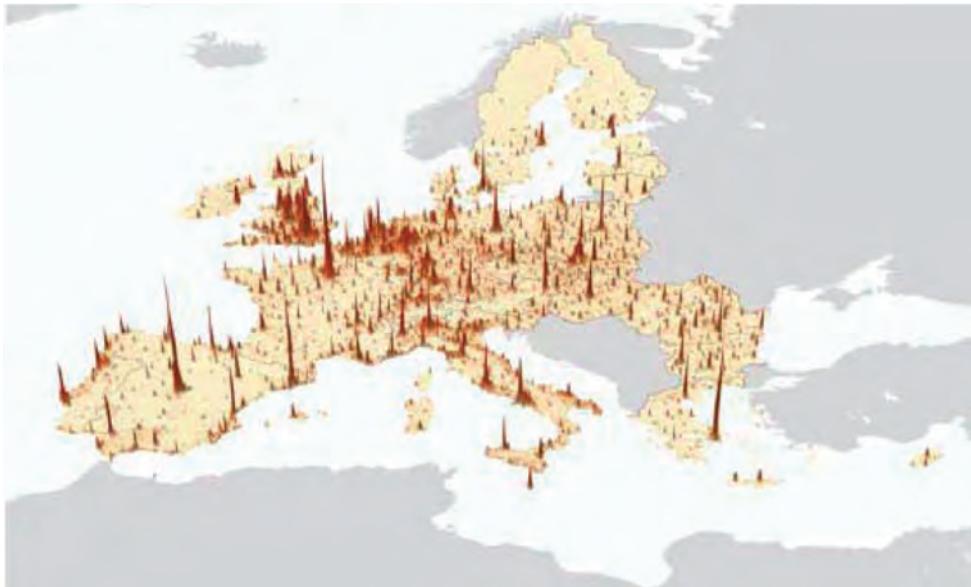
2.-[http://www.unep.org/publications/ebooks/foresightreport/Portals/24175/pdfs/Foresight\\_Report-21\\_Issues\\_for\\_the\\_21st\\_Century.pdf](http://www.unep.org/publications/ebooks/foresightreport/Portals/24175/pdfs/Foresight_Report-21_Issues_for_the_21st_Century.pdf)

3.-[http://www.unep.org/geo/GEO4/report/GEO-4\\_Report\\_Full\\_ES.pdf](http://www.unep.org/geo/GEO4/report/GEO-4_Report_Full_ES.pdf)

4.-[http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/databases/background\\_information/en/index3.html](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/background_information/en/index3.html)

### ◆◆◆◆ 3.1 El crecimiento de las ciudades

Como ya se ha señalado en la Introducción, durante el siglo XXI el *homo sapiens* se transformará definitivamente en *homo sapiens urbanus*. En Europa esta transformación ya ha tenido lugar en buena medida, dado que en la Unión Europea<sup>5</sup> el 68% de la población vive en ciudades<sup>6</sup>. La siguiente figura representa la densidad de población en la Unión Europea.



 Fuente: ORNL LandScan; DG REGIO, Comisión Europea.

Esta concentración de la población en ciudades da lugar a un nuevo escenario de desigualdades sociales, para el que Naciones Unidas ha acuñado el término *urban divide* (brecha urbana)<sup>7</sup>, aunque también ofrece oportunidades positivas de transformación del mercado de trabajo, de los modelos de gobierno, de los derechos civiles de minorías y grupos étnicos o del papel de la mujer. Las concentraciones urbanas reducen los costes de transacción, facilitan que las inversiones públicas en infraestructuras y servicios resulten económicamente viables y promueven la generación e intercambio de conocimiento, lo cual sienta las bases para una economía basada en el mismo.

En la tabla siguiente se recoge tanto la evolución prevista de la población urbana en las diferentes regiones en las que se ha dividido el planeta, como el punto de inflexión en el que la población urbana igualó o igualará a la población rural, distinguiendo entre aquellos casos en los que dicha igualación se produjo antes de 2010 y aquellos en los que el punto de inflexión está previsto para los próximos años.

5.-[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php/European\\_cities](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/European_cities)

6.-[http://ec.europa.eu/energy/technology/initiatives/doc/2012\\_4701\\_smart\\_cities\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/technology/initiatives/doc/2012_4701_smart_cities_en.pdf)

7.-<http://www.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=2917>

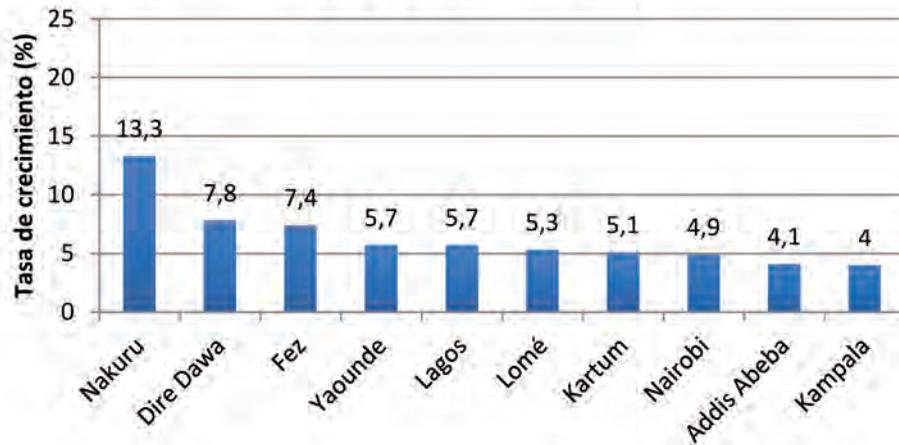
**Nivel de urbanización y punto de inflexión (población urbana vs. población rural)**

Región	Punto de inflexión anterior 2010 (año)	2010 Urbano (%)	Punto de inflexión posterior 2010 (año)	2050 Urbano (%)
Mundo		50,6		70
<b>REGIONES MÁS DESARROLLADAS</b>	Antes de 1950	75		86
<b>Europa</b>	<b>Antes de 1950</b>	<b>72,6</b>		<b>83,8</b>
▪ Este de Europa	1963	68,8		80
▪ Norte de Europa	Antes de 1950	84,4		90,7
▪ Sur de Europa	1960	67,5		81,2
▪ Oeste de Europa	Antes de 1950	77		86,5
<b>REGIONES MENOS DESARROLLADAS</b>		45,3	2020	67
<b>África</b>		<b>40</b>	<b>2030</b>	<b>61,8</b>
▪ África Subsahariana		37,3	2032	60,5
▪ Este de África		23,7		47,6
▪ Norte de África	2005	52		72
▪ Sur de África	1993	58,8		77,6
▪ Oeste de África		44,6	2020	68
<b>Asia</b>		<b>42,5</b>	<b>2023</b>	<b>66,2</b>
▪ Este asiático		48,5	2013	74,1
▪ Asia central-sur		32,2	2040	57,2
▪ Sudeste asiático		48,2	2013	73,3
▪ Oeste asiático	1980	66,3		79,3
América Latina y el Caribe	1962	79,4		88,7
▪ América central	1965	71,7		83,3
▪ América del sur	1960	83,7		91,4
<b>RESTO DEL MUNDO</b>				
▪ América del Norte	Antes de 1950	82,1		90,2
▪ Oceanía	Antes de 1950	70,6		76,4

Fuente: UNDESA 2008 y UN HABITAT 2009.

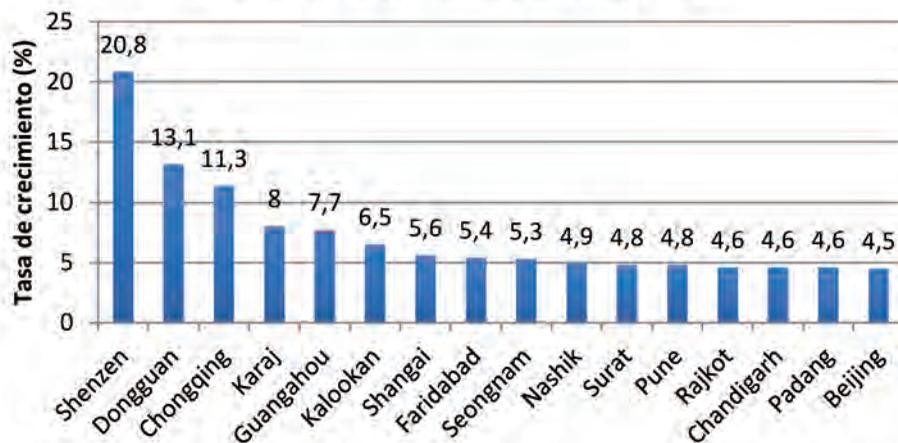
Las gráficas siguientes muestran el ritmo de crecimiento experimentado por algunas ciudades destacadas de países en desarrollo<sup>8</sup>.

**Tasa media de crecimiento anual de ciudades con rápido crecimiento en África entre 1990 y 2006**



Fuente: United Nations Demographic Yearbook.

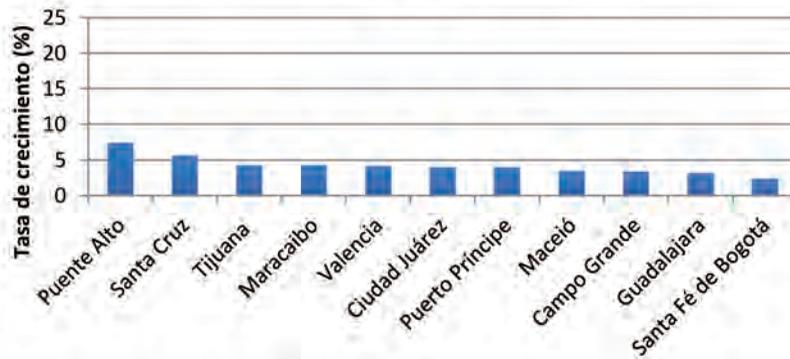
**Tasa media de crecimiento anual de ciudades con rápido crecimiento en Asia entre 1990 y 2006**



Fuente: United Nations Demographic Yearbook.

8.-<http://unstats.un.org/unsd/demographic/products/dyb/dyb2.htm>

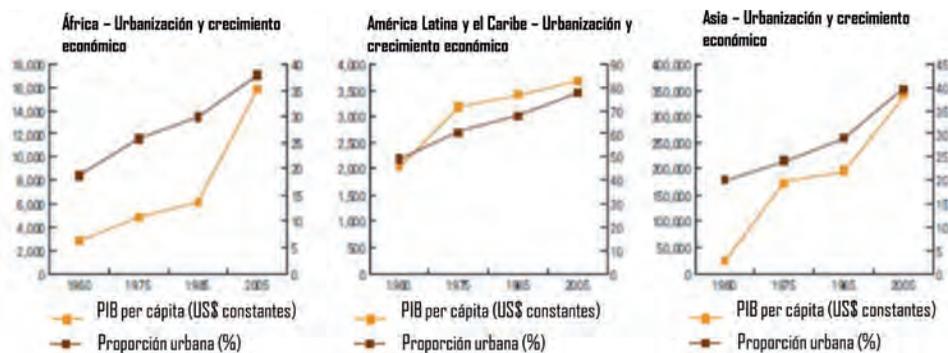
**Tasa media de crecimiento anual de ciudades con rápido crecimiento en América Latina y el Caribe entre 1990 y 2006**



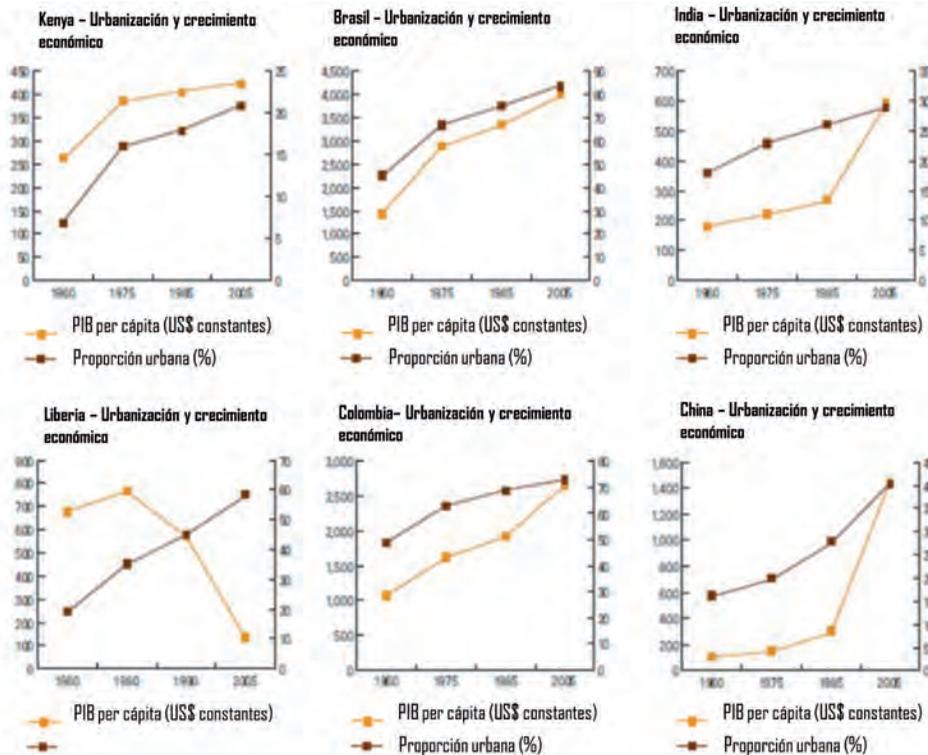
Fuente: United Nations Demographic Yearbook.

El fenómeno de concentración urbana ofrece una oportunidad para mejorar las condiciones de vida de grandes masas de población. Sin embargo, para aprovechar dicha oportunidad es preciso que las autoridades desarrollen políticas orientadas a combatir la ya citada *urban divide*, pues de lo contrario el crecimiento de las ciudades se traducirá en la proliferación de suburbios carentes de servicios en los que se acumulen grandes bolsas de pobreza, como las conocidas *favelas*<sup>9</sup>. Según los datos del Programa HABITAT de las Naciones Unidas, entre 2000 y 2010 cerca de 230 millones de personas han dejado de vivir en estos suburbios carentes de servicios, mejorando sustancialmente sus condiciones de vida en la ciudad. Esta cifra suponen adelantar en 10 años los objetivos de desarrollo del Milenio inicialmente establecidos para 2020. De esos 230 millones de seres humanos que han pasado a disfrutar de condiciones dignas de vivienda, 125 se encuentran en China y la India, y 24 millones en África, especialmente en Marruecos, Egipto y Túnez. En resumen, en estos diez años la proporción de la población urbana que vive en suburbios carentes de los servicios básicos como el agua ha pasado del 39% en 2000 al 32% en 2010. Se espera que en el año 2020, 889 millones de seres humanos vivan todavía en este tipo de suburbios.

El fenómeno de la urbanización va generalmente de la mano del crecimiento económico. Los países que presentan una mayor renta per cápita son aquellos en los que las ciudades desempeñan un mayor papel. Igualmente, los países en desarrollo han acompañado sus altas tasas de crecimiento de los últimos años con un decidido desplazamiento de la población a sus ciudades, como puede comprobarse en los gráficos siguientes:



9.-United Nations. The Challenge of Slums - Global Report on Human Settlements. <http://www.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=1156>



Fuente: UNDESA World Urbanization Prospects 2007 revision. World Bank, World Development Indicators.

Las ciudades son, por tanto, focos de crecimiento. En Estados Unidos, la ciudad de Nueva York<sup>10</sup>, con el 6,3% de la población, contribuye con el 10% del PIB a la economía estadounidense. En Brasil<sup>11</sup>, Sao Paulo, que concentra el 10% de la población, representa el 25% del PIB brasileño. En todo el mundo, las 100 ciudades más grandes suponen el 30% del PIB mundial<sup>12</sup>. Sin embargo, el crecimiento económico que va aparejado al desarrollo urbano no va acompañado de una distribución de la riqueza generada. Antes bien al contrario, las desigualdades son mayores en las ciudades<sup>13</sup>. Así, el índice de Gini<sup>14</sup> de los ingresos en los Estados Unidos tenía en 2005 un valor de 0,38 a nivel nacional, pero superaba 0,5 en la mayoría de las grandes ciudades como Washington DC, Nueva York o Miami.

10.-New York Indicators: Aging & Work. [https://www.bc.edu/content/dam/files/research\\_sites/agingandwork/pdf/publications/states/NewYork.pdf](https://www.bc.edu/content/dam/files/research_sites/agingandwork/pdf/publications/states/NewYork.pdf)

11.-World Bank. Country at a glance: Brazil. <http://www.worldbank.org/en/country/brazil>

12.-Jones Lang Lasalle. A New World of Cities. <http://www.joneslanglasalle.com/ResearchLevel1/JLL-A-New-World-of-Cities.pdf>

13.-Urban inequality. Harvard Kennedy School. [http://www.hks.harvard.edu/var/ezp\\_site/storage/fckeditor/file/pdfs/centers-programs/centers/taubman/working\\_papers/glaeser\\_08\\_inequality.pdf](http://www.hks.harvard.edu/var/ezp_site/storage/fckeditor/file/pdfs/centers-programs/centers/taubman/working_papers/glaeser_08_inequality.pdf)

14.-El índice o coeficiente de Gini, creado en 1912 por el sociólogo italiano Corrado Gini, mide la desigualdad entre valores de una distribución, por ejemplo de ingresos. Un coeficiente cero representa completa igualdad (todas las personas tienen los mismos ingresos), mientras que un coeficiente uno representa completa desigualdad (una única persona percibe todos los ingresos).

## ◆◆◆◆◆ 3.2 La prosperidad de las ciudades

Si la transformación de las ciudades en Smart Cities ha de traducirse en un incremento de la calidad de vida de sus ciudadanos, en una mejora del acceso a los servicios y al conocimiento, y en el aprovechamiento de nuevas oportunidades de desarrollo económico, es imprescindible establecer métricas que permitan evaluar el verdadero impacto de este nuevo modelo de ciudad. La tabla siguiente recoge los indicadores más comúnmente empleados en la medición de la prosperidad, y que complementan la medida del crecimiento económico a través del Producto Interior Bruto<sup>15</sup>.

Midiendo el Progreso y la Prosperidad	
<b>Índice de Desarrollo Humano (IDH)</b> <b>Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas</b> 1990	El IDH combina indicadores de esperanza de vida, logros educativos e ingresos para elaborar un índice de desarrollo humano. Las estadísticas individuales que muestra sirven como marco de referencia para el desarrollo tanto social como económico, clasificando a los países en un ranking por nivel de desarrollo humano.
<b>Índice de Progreso Real o Índice de Progreso Genuino (GPI)</b> <b>Think-tank Redefiniendo el Progreso</b> 1994	El GPI fue desarrollado como sistema de medición alternativo al PIB. Se utiliza más como tipo que incluye el coste económico real, analizando cómo el aumento de bienes y la expansión de servicios han dado lugar a la mejora de bienestar y calidad de vida de las personas.
<b>Midiendo el Desarrollo Sostenible</b> <b>UNECE, OECD, EUROSTAT</b> 2005	Se estructura en torno al concepto de capital, medido en cuatro grandes dimensiones - económica, natural, humana y social - referidas a la sostenibilidad. El objetivo es construir un concepto operativo para las políticas públicas.
<b>Índice de Prosperidad</b> <b>Instituto Regional de Investigación, USA</b> 2006	Este índice mide la prosperidad económica regional y las pistas de actuación a nivel de la ciudad, evaluando la competitividad e identificando oportunidades para la mejora empresarial. Aunque se base en la prosperidad económica, el índice incluye tres componentes principales: empresas, gente y lugar.
<b>Comisión para la Medición de Resultados económicos y el progreso social, France</b> 2008	Esta Comisión propuso cambiar el énfasis de medición de la producción económica a la medición del bienestar de las personas, en el contexto del desarrollo sostenible. La Comisión concluyó que el bienestar se evalúa mejor sobre la base de los ingresos y el consumo en lugar de la producción.
<b>Índice de Prosperidad Legatum</b> <b>Instituto Legatum, UK</b> 2008	El índice pretende medir la prosperidad nacional basada en la riqueza y el bienestar usando un indicador compuesto. Clasifica a 110 países basándose en ocho "pilares de la prosperidad": condiciones económicas, oportunidad y espíritu empresarial, gobernanza, educación, salud, seguridad y protección, libertad personal y capital social.
<b>Redefiniendo la Prosperidad</b> <b>Comisión de Desarrollo Sostenible de la ONU</b> 2009	La Prosperidad se redefine en base a tres aspectos: a) cobertura de las necesidades materiales, b) contribución de las dimensiones social y psicológica para realzar el sentido de identidad, significado, pertenencia y esperanza y c) la capacidad del individuo para desarrollarse en entornos más prósperos.
<b>Índice de Cuentas de Bienestar Nacional</b> <b>New Economics Foundation, UK</b> 2009	El índice mide el progreso social basado en el bienestar subjetivo. Se combinan dos tipos de datos: personal (bienestar emocional, satisfacción vital, vitalidad, resistencia, autoestima) y bienestar social (relaciones de apoyo, confianza y pertenencia).
<b>Índice Global de Ciudades (GCI)</b> <b>Revista Foreign Policy, Kearney &amp; Chicago Council on Global Affairs</b> 2010	El GCI mide la posición de las ciudades en cinco dimensiones: actividad empresarial, capital humano, intercambio de información, experiencias culturales y compromiso político. Los resultados del índice ofrecen una clasificación de ciudades en términos de oportunidades de negocio e innovación económica.
<b>Índice de Desarrollo Sostenible</b> <b>Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales, UK</b> 2010	Este índice combina cuatro conjuntos de datos: consumo y producción sostenibles, el energía y cambio climático, protección de los recursos naturales y mejora del medio ambiente, y la creación de comunidades sostenibles. El índice se compone de un total de 68 indicadores.
Diversas fuentes, recopiladas por ONU-Hábitat, 2012.	

15.-Simon Kuznets, Premio Nobel de Economía y creador del indicador PIB (GDP; Gross Domestic Product), desaconsejó el empleo de este indicador como medida del bienestar de una nación.

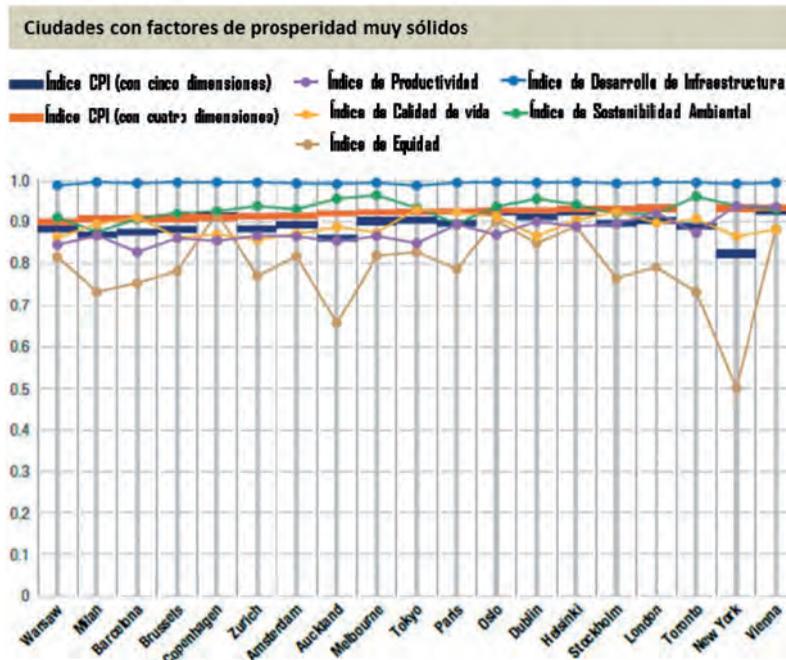
Naciones Unidas ha desarrollado el indicador CPI (*City Prosperity Index*), específicamente orientado al entorno urbano<sup>16</sup>. Este indicador compuesto se basa en la medición de cinco dimensiones: productividad, infraestructura, calidad de vida, igualdad y sostenibilidad medioambiental.

<b>Índice de Prosperidad de las Ciudades de la ONU-Hábitat (City Prosperity Index, CPI)</b>	
Dimensiones	Definiciones/variables
Productividad	El índice de productividad se mide a través del producto de la ciudad, el cual se compone de variables como la inversión de capital, el empleo formal e informal, la inflación, el comercio, el ahorro, la importación/exportación, los ingresos de las familias y el consumo. El producto de la ciudad representa la producción total de bienes y servicios (valor agregado), producido por la población de la ciudad durante un año específico (los detalles metodológicos pueden encontrarse en el informe completo).
Calidad de vida	Este índice combina tres sub-índices: educación, subíndice de salud y espacio público.
Desarrollo de infraestructura	Este índice combina dos sub-índices: una infraestructura de apoyo y otra para la vivienda.
Sostenibilidad ambiental	Este índice se construye con tres sub-índices: calidad del aire, emisiones de CO2 y contaminación interna.
Equidad e inclusión social	Este índice combina datos estadísticos de la desigualdad de ingresos/consumo (coeficiente de Gini) y la desigualdad en el acceso a servicios y a infraestructura.

 Fuente: UN HABITAT. State of the World's Cities 2012-2013.

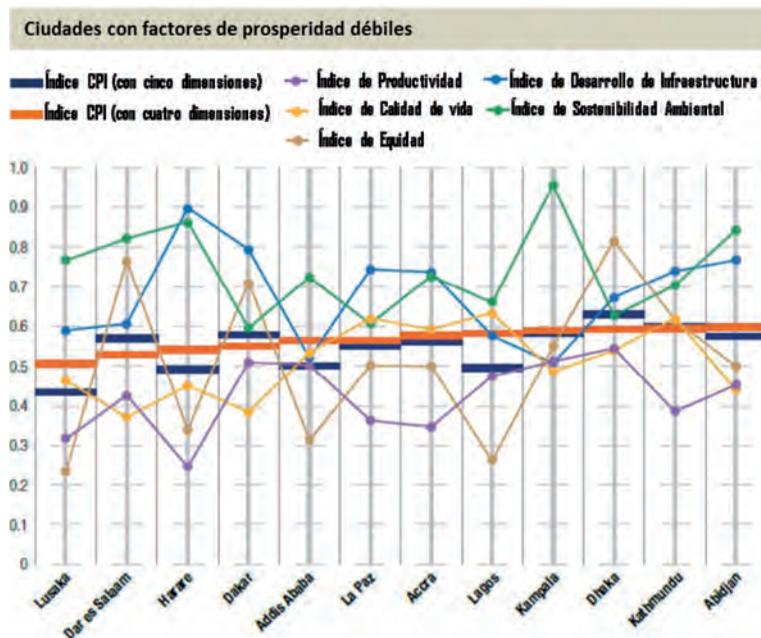
16.-[http://www.unhabitat.org/downloads/docs/State\\_of\\_the\\_World\\_Cities\\_Report2012.pdf](http://www.unhabitat.org/downloads/docs/State_of_the_World_Cities_Report2012.pdf)

En la gráfica siguiente se reflejan los valores del índice para alguna de las ciudades mejor posicionadas del mundo. El CPI con cuatro dimensiones excluye la dimensión de igualdad.



Fuente: UN HABITAT. State of the World's Cities 2012-2013.

La siguiente gráfica representa los valores del índice para alguna de las ciudades peor valoradas:



Fuente: UN HABITAT. State of the World's Cities 2012-2013.

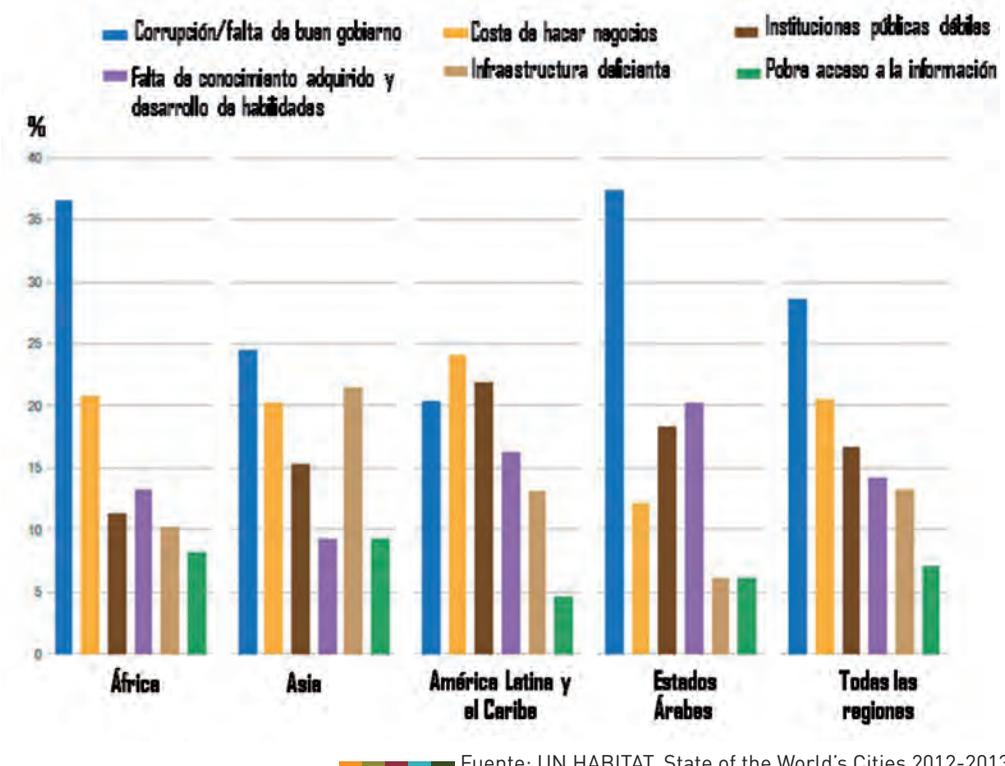
Si el índice sintético CPI ha de tomarse como medida de la prosperidad de una ciudad, la Smart City ha de ser capaz de mejorar las cinco dimensiones que lo componen; es decir, productividad, infraestructura, calidad de vida, igualdad y sostenibilidad medioambiental.

Los principales factores que determinan la productividad de las ciudades son los siguientes:

<b>Factores específicos de la ciudad que determinan su productividad</b>	
<b>Factores intrínsecos (natural) del crecimiento de la productividad</b>	<b>Economías de escala</b> Provisión de servicios urbanos
	<b>Economías de aglomeración</b> <i>Sharing</i> (relación entre oferentes de bienes intermedios y oferentes de bienes finales) <i>Matching</i> (interacciones en el mercado de trabajo) <i>Learning</i> (aprendizaje)*
<b>Factores extrínsecos del crecimiento de la productividad</b>	<b>Eficiencia técnica</b> Eficiencia estructural Políticas de gestión Eficiencia del espacio Inversión en infraestructura Tributación Prevención de desastres Eficiencia operacional Gestión urbana del día a día Prestación de servicios Gestión de emergencias
	<b>Estructura Institucional</b> Instituciones locales sólidas Buen gobierno Facilidad para hacer negocios
	<b>Calidad de vida</b> (calidad de la educación, seguridad, vida cultural, animación) Grado de atractivo de las industrias basadas en el conocimiento Atracción y retención de la "clase creativa"
	<b>Aprendizaje basado en la eficiencia</b> Creatividad e innovación I+D y desarrollo tecnológico Espíritu emprendedor
	<b>Visión</b> Liderazgo local Gobernanza local

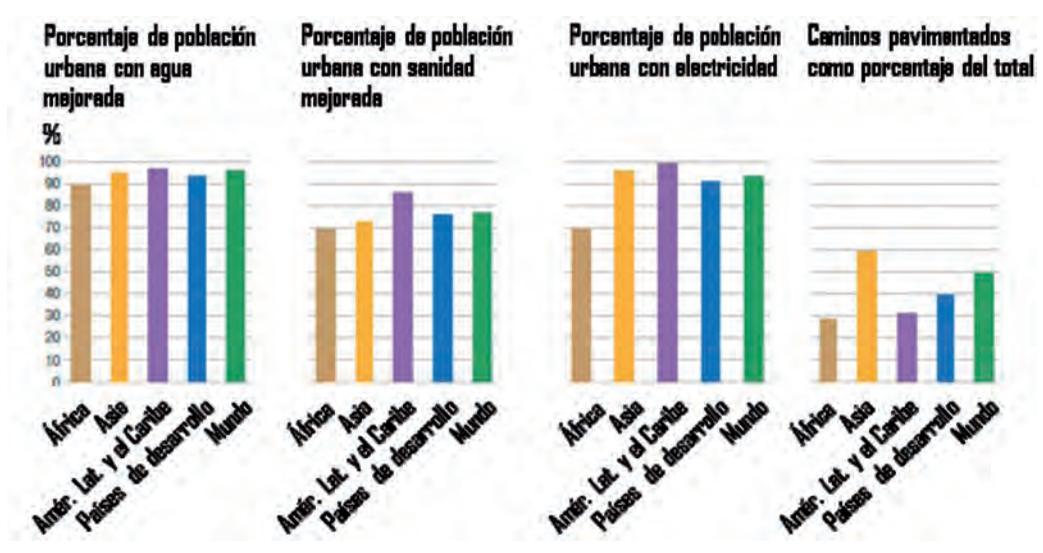
 Fuente: UN HABITAT.

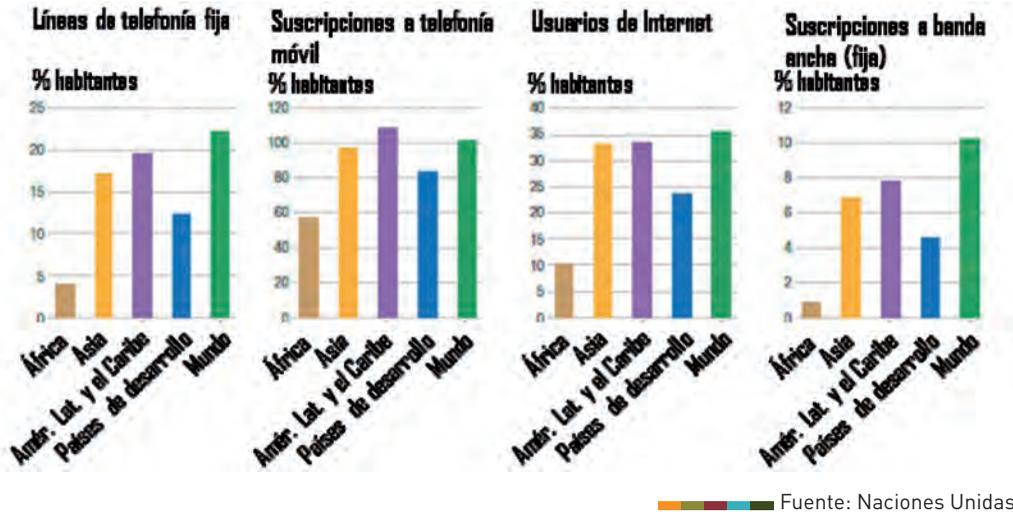
La Smart City ha de explotar los factores de productividad, y al mismo tiempo ha de eliminar las barreras al desarrollo del potencial productivo de la ciudad. En las regiones en desarrollo, las principales barreras son las siguientes:



Fuente: UN HABITAT. State of the World's Cities 2012-2013.

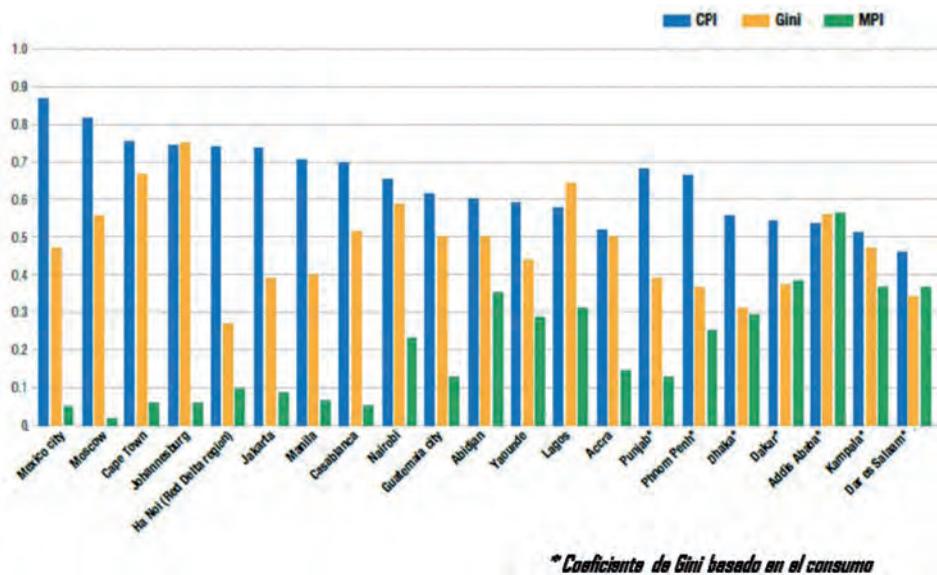
Las infraestructuras constituyen la segunda dimensión del índice CPI. Como puede comprobarse en las gráficas siguientes, las diferencias en el desarrollo de las infraestructuras básicas son muy notables entre regiones del planeta:





La tercera dimensión del índice CPI es la calidad de vida, concepto amplio en el que se integran aspectos de la vida en la ciudad como la seguridad, la oferta cultural y de entretenimiento, o el acceso a zonas verdes.

La igualdad es el cuarto eje. Las desigualdades han crecido en todo el mundo en los últimos años, al tiempo que la población se concentraba en las ciudades. Así, el índice de Gini, descrito anteriormente, del conjunto de 34 países miembros de la OCDE<sup>17</sup> ha pasado de 0,29 a 0,316 en los últimos treinta años, reflejando dicho incremento de la desigualdad. La gráfica siguiente refleja el índice de Gini de varias grandes ciudades de todo el mundo, junto con los índices CPI y MPI<sup>18</sup>.



17.-OCDE. Divided we stand: why inequality keeps rising. 2011.

18.-Multidimensional Poverty Index, indicador creado por la Universidad de Oxford que mide el nivel de pobreza a través de diferentes perspectivas como falta de ingresos, falta de educación, falta de atención sanitaria, deficientes condiciones laborales, amenaza de violencia, etc.



La sostenibilidad medioambiental es la quinta dimensión del índice. Las ciudades<sup>19</sup> son grandes generadoras de residuos y emisiones contaminantes. Así, las ciudades generan más de 700.000 toneladas anuales de residuos sólidos urbanos. Más de la mitad de esos residuos quedan sin recoger ni tratar en los países en vías de desarrollo. Las ciudades representan entre el 60% y el 80% del consumo energético total, concentrándose éste en los edificios y el transporte, y generan el 75% de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera<sup>20</sup>. El uso de las Green TIC puede actuar decisivamente sobre esta dimensión de sostenibilidad medioambiental.

En resumen, las ciudades, que ya juegan un papel central en la economía y la sociedad de los países desarrollados, están empezando a jugar también ese papel en los países en vías de desarrollo. La concentración de la población y de la actividad económica en las ciudades es un fenómeno imparable y que va a agudizarse a lo largo del siglo XXI. Las TIC, con su potencial impacto sobre las cinco dimensiones citadas, constituyen una palanca clave para mejorar la prosperidad de las ciudades. Esa aplicación de las TIC es lo que se ha dado en llamar Smart City.

**19.**-<http://www.worldwatch.org/global-municipal-solid-waste-continues-grow-0>

**20.**-[http://www.unep.org/publications/ebooks/foresightreport/Portals/24175/pdfs/Foresight\\_Report-21\\_Issues\\_for\\_the\\_21st\\_Century.pdf](http://www.unep.org/publications/ebooks/foresightreport/Portals/24175/pdfs/Foresight_Report-21_Issues_for_the_21st_Century.pdf)





## 04 SMART CITY: UN CONCEPTO AMPLIO

Durante sus aproximadamente veinte años de existencia, el concepto de Smart City ha evolucionado en función del número de áreas y ámbitos del entorno urbano que se han visto incluidos en él. En su origen, el componente fundamental de las Smart Cities fue el energético; es decir, la aplicación de la tecnología a la sostenibilidad energética de la ciudad. Sin embargo, el concepto ha ido ampliándose hasta incluir en algunos casos el empleo de las TIC en el Gobierno de la ciudad o en la prestación de servicios públicos como la Sanidad.

La Comisión Europea, en su comunicación *Smart Cities and Communities - European Innovation Partnership*<sup>21</sup>, fechada en julio de 2012, selecciona como áreas prioritarias de actuación las tres siguientes: energía, transporte y TIC. El objetivo de la aplicación de tecnología a esas tres áreas es la mejora de la eficiencia, así como la reducción del consumo energético y de la emisión de gases de efecto invernadero.

21.-[http://ec.europa.eu/energy/technology/initiatives/smart\\_cities\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/technology/initiatives/smart_cities_en.htm)

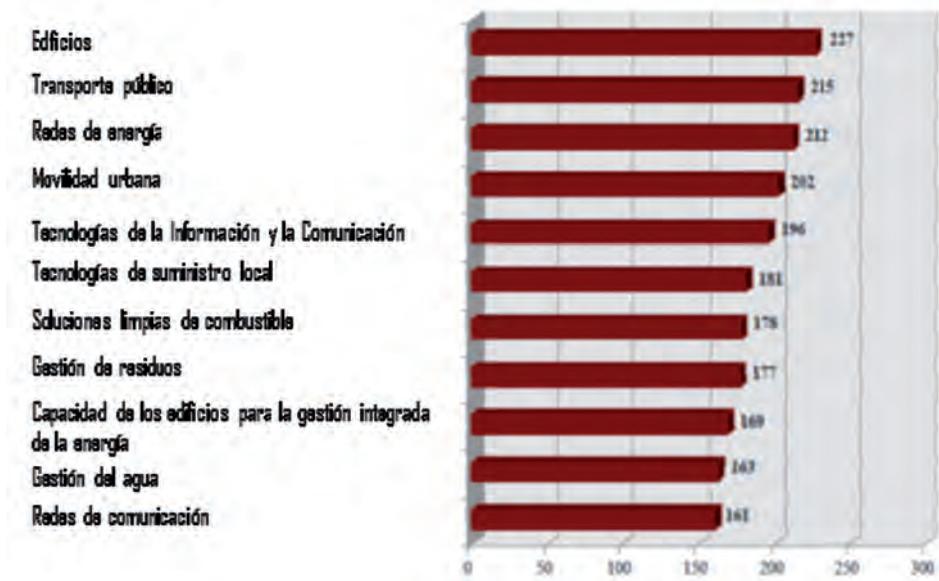


Entre las actuaciones concretas que tienen cabida en el concepto de Smart City que maneja la Comisión Europea cabe citar las siguientes:

- Empleo de energías renovables en la ciudad.
- Sistemas eficientes de calefacción y de climatización.
- Sistemas inteligentes y eficientes de alumbrado.
- Diseño energéticamente eficiente de edificios.
- Empleo de materiales de construcción energéticamente eficientes.
- Aplicación de contadores inteligentes (*smart meters*) al suministro de energía y de agua.
- Gestión en tiempo real del suministro de energía.
- Sistemas de almacenamiento de energía.
- Aplicación de sistemas de información al suministro energético para facilitar la gestión de la demanda.
- Transporte público basado en energías alternativas.
- Gestión del transporte basada en TIC, para reducir el consumo y la emisión de gases de efecto invernadero.
- Uso del vehículo eléctrico e integración de éste en la *Smart Grid*.
- Reducción de la huella de carbono de centros de proceso de datos y equipamiento de telecomunicación.

La lista de más arriba, que no pretende ser exhaustiva, ilustra cómo el concepto de Smart City propugnado por la Comisión Europea se centra en la aplicación de la tecnología y la innovación a la gestión eficiente de la energía en el entorno urbano. Las Smart Cities son pues, en este caso, tributarias de las Green TIC.

Las tecnologías clave para la Smart City, según el resultado de la consulta pública que la Comisión Europea llevó a cabo del 18 de marzo al 13 de mayo de 2011, son las reflejadas en la siguiente gráfica. El total de respuestas recibida a la citada consulta fue de trescientas, en su mayor parte procedentes de empresas, autoridades y organismos de investigación del sector energético.



Fuente: DG Energía. Comisión Europea.

La consultora IDC, por su parte, en su informe “Análisis de las Ciudades Inteligentes en España”<sup>22</sup>, fechado en septiembre de 2011, define la Smart City como aquella que aplica las tecnologías de la información y la comunicación a la transformación de una o más de las siguientes áreas:

- Generación de energía.
- Gobierno.
- Suministro de la energía.
- Movilidad.
- Uso de la energía.
- Construcción.
- Medio ambiente.

IDC establece un índice de ciudades inteligentes que se basa en la aplicación de tres fuerzas facilitadoras (personas, economía y TIC) a las cinco dimensiones de la Smart City: gobierno inteligente, edificios inteligentes, movilidad inteligente, energía y medio ambiente inteligentes, y servicios inteligentes. El concepto de Smart City es, pues, más amplio en este caso, al englobar facetas como las personas o el impulso económico de la ciudad. En relación a las personas, el perfil demográfico y el nivel de educación son factores que inciden en el potencial de una ciudad para convertirse en una Smart City. En cuanto a la economía, su estructura económica o los sectores productivos dominantes son igualmente aspectos a ser tomados en consideración.

Telefónica, en su informe “Smart Cities: un primer paso hacia la Internet de las cosas”<sup>23</sup>, utiliza dos definiciones de Smart City. En la primera definición considera que una Smart City es la ciudad que emplea las TIC para lograr que sus infraestructuras críticas, así como sus servicios públicos, sean más interactivos y eficientes. En la segunda definición, más extensa, se considera que una Smart City

<sup>22</sup>-<http://www.lacatedralonline.es/innova/system/Document/attachments/12351/original/IDCCiudadesinteligentes.pdf>

<sup>23</sup>-[http://www.fundacion.telefonica.com/es/que\\_hacemos/media/publicaciones/SMART\\_CITIES.pdf](http://www.fundacion.telefonica.com/es/que_hacemos/media/publicaciones/SMART_CITIES.pdf)



utiliza las TIC para dotar a sus infraestructuras de soluciones que facilitan la interacción del ciudadano con todos los elementos urbanos. En ambos casos se asimila la Smart City a una plataforma digital sobre la que se desarrolla un complejo ecosistema de múltiples agentes (entre los que se cuentan Administraciones, empresas y ciudadanos), dotado de sensores y que es capaz de ofrecer en cada momento, procesando toda la información adquirida por esa red de sensores, los mejores servicios posibles.

Según los autores del informe “Smart Cities: un primer paso hacia la Internet de las cosas”, la Smart City debe incluir los siguientes servicios:

- Movilidad urbana.
- Eficiencia energética y gestión medioambiental.
- Gestión inteligente de la infraestructura y de los servicios públicos.
- Gobierno y ciudadanía.
- Seguridad.
- Salud.
- Educación, capital humano y cultura.
- Comercio electrónico.

El informe *Smart Cities. Ranking of European medium-sized cities*<sup>24</sup> define Smart City como aquella ciudad en la que las Tecnologías de la Información y la Comunicación juegan un papel principal en uno o varios sectores. Así, por ejemplo, una ciudad sería una Smart City desde la perspectiva de su estructura económica si las actividades económicas que en ella se desarrollan cuentan con una importante presencia de las TIC; sea porque la industria del propio sector TIC es predominante, sea porque otros sectores hacen un uso intensivo de las TIC en su actividad. Desde el punto de vista demográfico, la Smart City es la que cuenta con una población formada y capacitada, especialmente en el campo de las TIC. Una ciudad será una Smart City en el campo de la gobernanza si las TIC son ampliamente usadas en el gobierno de la ciudad y además sirven como canal de comunicación y de desarrollo de políticas de transparencia entre la Administración y los ciudadanos. Desde la perspectiva del transporte y la movilidad, la Smart City aplica las TIC a mejorar la movilidad, el tráfico y la logística en el seno de la ciudad. Estas y otras facetas del concepto de Smart City son agrupadas en las siguientes seis características que debe reunir una Smart City:

- Smart Economy
- Smart Governance
- Smart Environment
- Smart People
- Smart Mobility
- Smart Living

Las seis características citadas se evalúan mediante una serie de factores, a los que se asocian a su vez indicadores que facilitan el análisis de la evolución de una ciudad hacia el concepto de Smart City. La tabla siguiente recoge dichos factores:

24.-[http://www.smart-cities.eu/download/smart\\_cities\\_final\\_report.pdf](http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf)

<p><b>SMART ECONOMY</b> (Competitividad)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espíritu innovador</li> <li>• Emprendedores</li> <li>• Imagen económica y marcas</li> <li>• Productividad</li> <li>• Flexibilidad del mercado laboral</li> <li>• Arraigo internacional</li> <li>• Habilidad para transformarse</li> </ul>	<p><b>SMART PEOPLE</b> (Capital Social y Humano)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel de cualificación</li> <li>• Afinidad para el aprendizaje continuo</li> <li>• Pluralidad social y étnica</li> <li>• Flexibilidad</li> <li>• Creatividad</li> <li>• Apertura mental/cosmopolitismo</li> <li>• Participación en la vida pública</li> </ul>
<p><b>SMART GOVERNANCE</b> (Participación)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación en la toma de decisiones</li> <li>• Servicios públicos y sociales</li> <li>• Gobierno transparente</li> <li>• Perspectivas y estrategias políticas</li> </ul>	<p><b>SMART MOBILITY</b> (Transporte y TIC)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Accesibilidad local</li> <li>• Accesibilidad internacional</li> <li>• Disponibilidad de infraestructura TIC</li> <li>• Sistemas de transporte sostenibles, innovadores y seguros</li> </ul>
<p><b>SMART ENVIRONMENT</b> (Recursos naturales)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Condiciones naturales favorables</li> <li>• Polución</li> <li>• Protección ambiental</li> <li>• Gestión sostenible de recursos</li> </ul>	<p><b>SMART LIVING</b> (Calidad de vida)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilidades culturales</li> <li>• Condiciones de salud</li> <li>• Seguridad del individuo</li> <li>• Calidad en la vivienda</li> <li>• Facilidad en la educación</li> <li>• Turismo atractivo</li> <li>• Cohesión social</li> </ul>

Fuente: *Smart cities Ranking of European medium-sized cities*<sup>25</sup>.

Los autores del citado informe definen un sistema de indicadores que puede aplicarse para evaluar cada uno de los factores, y permite así establecer un ranking de Smart Cities. Los indicadores propuestos, para cada factor, son los siguientes:

<sup>25</sup>-[http://www.smart-cities.eu/download/smart\\_cities\\_final\\_report.pdf](http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf)

	Factor	Indicador	Nivel
SMART ECONOMY	Espíritu innovador	Inversión en I+D en % de PIB	regional
		Tasa de empleo en sectores intensivos en conocimiento	regional
		Solicitudes de patentes por ciudadano	regional
	Emprendedores	Ratio de trabajadores autónomos	local
		Registro de nuevas empresas	local
	Imagen económica y marcas	Importancia del centro de toma de decisiones	regional
	Productividad	PIB por persona en activo	local
	Flexibilidad del mercado laboral	Ratio de desempleo	regional
		Proporción de empleados a tiempo parcial	local
	Arraigo internacional	Empresas con sede en la ciudad que cotizan en la bolsa de valores nacional	local
Transporte aéreo de pasajeros		regional	
Transporte aéreo de carga		regional	

Indicadores para el factor *Smart Economy*.

 Fuente: *Smart cities Ranking of European medium-sized cities*.

	Factor	Indicador	Nivel
SMART PEOPLE	Nivel de cualificación	Importancia de los centros de aprendizaje (top de centros de investigación, top de universidades, ...)	regional
		Población cualificada en los niveles 5-6 del ISCED	local
		Habilidades con otros idiomas	nacional
	Afinidad para el aprendizaje continuo	Libros prestados por ciudadano	local
		Porcentaje de ciudadanos que participan en el aprendizaje continuo	regional
		Participación en cursos de idiomas	nacional
	Pluralidad social y étnica	Cuota de extranjeros	local
		Cuota de nacidos en el extranjero	local
	Flexibilidad	Percepción para conseguir un nuevo empleo	nacional
	Creatividad	Cuota de personas trabajando en industrias creativas	nacional
Apertura mental/cosmopolitismo	Votantes en las elecciones europeas	local	
	Actitud amigable hacia la inmigración	nacional	
	Conocimiento sobre la UE	nacional	
Participación en la vida pública	Votantes en las elecciones locales	local	
	Participación en trabajos de voluntariado	nacional	

Indicadores para el factor *Smart People*.

 Fuente: *Smart cities Ranking of European medium-sized cities*.

	Factor	Indicador	Nivel
SMART GOVERNANCE	Participación en la toma de decisiones	Representantes locales por ciudadano Actividad políticas de los ciudadanos Importancia de la política para los ciudadanos Cuota de mujeres representantes políticas municipales	local nacional nacional local
	Servicios públicos y sociales	Gasto municipal por ciudadano en políticas públicas Cuota de niños en la guardería Satisfacción con la calidad de las escuelas	local local nacional
	Gobierno transparente	Satisfacción con la transparencia de la Administración Satisfacción con la lucha contra la corrupción	nacional nacional

Indicadores para el factor *Smart Governance*.

 Fuente: *Smart cities Ranking of European medium-sized cities*.

	Factor	Indicador	Nivel
SMART MOBILITY	Accesibilidad local	Red de transporte público por habitante Satisfacción con el acceso al transporte público Satisfacción con la calidad del transporte público	local nacional nacional
	Accesibilidad internacional	Accesibilidad internacional	regional
	Disponibilidad de infraestructura TIC	Ordenadores en las viviendas Acceso a internet banda ancha en las viviendas	nacional nacional
	Sistemas de transporte sostenibles, innovadores y seguros	Cuota de tráfico ecológico individual y no motorizado Seguridad en el tráfico Uso de coches económicos	local local nacional

Indicadores para el factor *Smart Mobility*.

 Fuente: *Smart cities Ranking of European medium-sized cities*.

	Factor	Indicador	Nivel
SMART ENVIRONMENT	Condiciones naturales favorables	Horas de sol	local
		Espacios verdes	local
	Polución	Niebla tóxica de verano	local
		Partículas	local
Enfermedades respiratorias crónicas por habitante		regional	
Protección ambiental	Esfuerzo individual por proteger la el medio ambiente	nacional	
	Dictamen sobre la protección del medio ambiente	nacional	
Gestión sostenible de recursos	Uso eficiente del agua	local	
	Uso eficiente de la electricidad	local	

Indicadores para el factor *Smart Environment*.

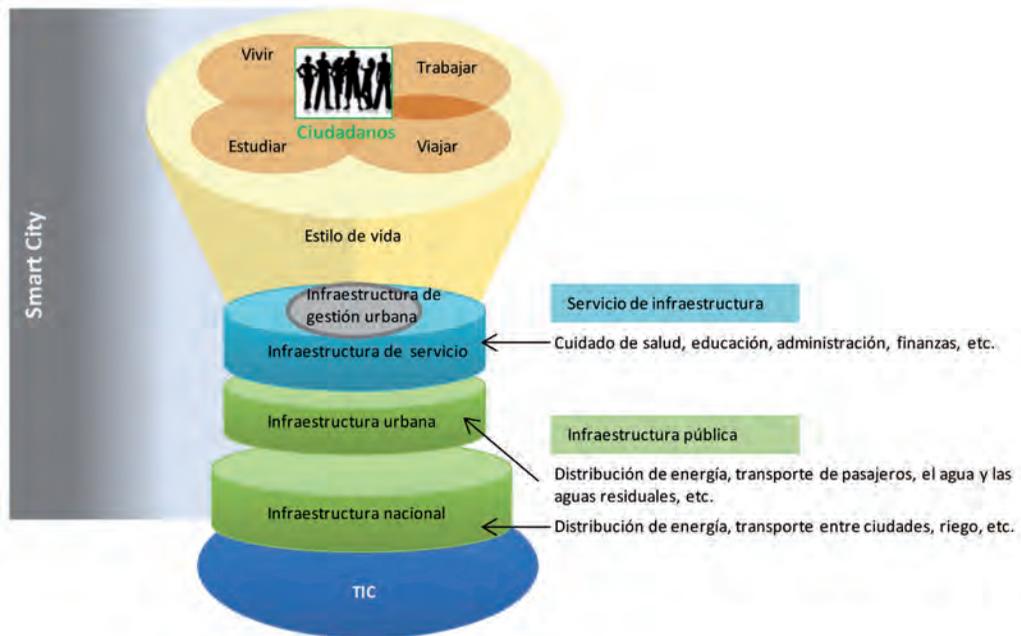
 Fuente: *Smart cities Ranking of European medium-sized cities*.

	Factor	Indicador	Nivel
SMART LIVING	Facilidades culturales	Asistencia al cine por ciudadano	local
		Vísitas a museos por ciudadano	local
		Asistencia al teatro por ciudadano	local
	Condiciones de salud	Expectativas de vida	local
		Camas de hospital por ciudadano	local
		Médicos por ciudadano	local
		Satisfacción con la calidad del sistema de salud	nacional
	Seguridad del individuo	Ratio de criminalidad	local
		Ratio de muertes por agresión	regional
		Satisfacción con la seguridad personal	nacional
	Calidad en la vivienda	Cuota de viviendas que cumplen los estándares mínimos	local
		Superficie habitable por habitante	local
		Satisfacción con la situación personal con la vivienda	nacional
Facilidad en la educación	Estudios por ciudadano	local	
	Satisfacción con el acceso al sistema de educación	nacional	
	Satisfacción con la calidad del sistema de educación	nacional	
Turismo atractivo	Importancia de la localidad turística (pernoctaciones, visitas)	regional	
	Pernoctaciones por año por ciudadano	local	
Cohesión social	Percepción sobre el riesgo personal de la pobreza	nacional	
	Ratio de pobreza	nacional	

Indicadores para el factor *Smart Living*.

 Fuente: *Smart cities Ranking of European medium-sized cities*.

Otros autores, como la empresa Hitachi, proponen una estructura jerárquica de la Smart City, en la que la superposición de infraestructuras, incluso de ámbito nacional, posibilita que la Smart City ofrezca a sus ciudadanos una serie de mejoras y posibilidades en su estilo y calidad de vida. La siguiente figura representa el modelo jerárquico propuesto por Hitachi<sup>26</sup>:



Estructura jerárquica de la Smart City.

Fuente: Hitachi's Vision of the Smart City.

En resumen, las distintas fuentes citadas proponen definiciones de Smart City que, diferentes en su alcance, presentan una base común: el empleo intensivo de las TIC en diferentes áreas y ámbitos de la vida de la ciudad. La presencia de las TIC puede centrarse en la gestión energética, o puede extenderse hasta aspectos como la transparencia de la gestión pública municipal, pero en todos los casos las Tecnologías de la Información y la Comunicación constituyen el pilar sobre el que descansa el concepto de Smart City.

26.-<http://www.hitachi.com/products/smartcity/download/pdf/whitepaper.pdf>



## 05 LA EVOLUCIÓN HACIA LA SMART CITY DE LAS CIUDADES MADURAS

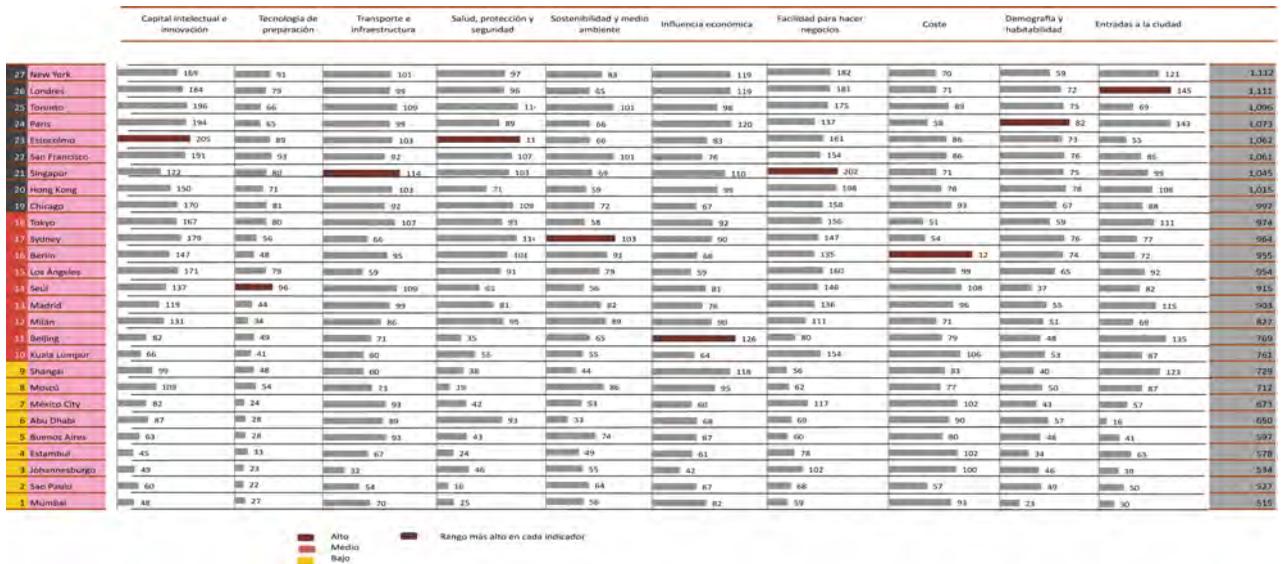
Como ya se ha señalado en el capítulo dedicado al futuro urbano, las ciudades están absorbiendo un porcentaje cada vez mayor de la población mundial. Lógicamente, el crecimiento urbano asociado a este fenómeno de concentración de la población ha de tener un impacto en la transformación de las ciudades actuales en Smart Cities. Así, pueden distinguirse tres situaciones bien diferenciadas:

- **Ciudades emergentes.** Normalmente situadas en países también emergentes, estas ciudades presentan crecimientos de población anuales superiores al tres por ciento en media, con grandes tensiones urbanas y sociales. En estas ciudades las desigualdades son profundas, y una parte importante de la población se ve privada del acceso a los servicios básicos que la ciudad debe facilitar. La población es mayoritariamente joven, y la natalidad es elevada.
- **Ciudades en transición.** En estos casos los crecimientos medios son inferiores al tres por ciento, pero la necesidad de nuevas infraestructuras es amplia, tanto para dar acomodo al incremento de población como para mejorar las condiciones de acceso a los servicios de la totalidad de los ciudadanos.
- **Ciudades maduras.** Con una población prácticamente estancada o solo ligeramente creciente, estas ciudades tienen buenas infraestructuras, que sin embargo deben adaptarse a nuevos fenómenos, como el envejecimiento de su población.

La pertenencia a una u otra categoría lleva generalmente aparejada una u otra situación en dimensiones como la medioambiental, la económica, la social y la política. Así, por ejemplo, en las ciudades emergentes las condiciones medioambientales suelen ser pobres, así como la situación social en términos de desigualdad o criminalidad.

La mayor parte de las ciudades europeas y españolas se sitúan en la tercera categoría. Se trata de ciudades con una dilatada historia, con una estructura urbana más bien estable, con unas infraestructuras aceptables y con una población que creció de forma significativa en las décadas pasadas y que ahora tiende a estabilizarse y, al mismo tiempo, a envejecer. La forma de evolucionar hacia la Smart City de estas ciudades ha de ser, necesariamente, diferente a la de las ciudades emergentes.

La consultora PricewaterhouseCoopers, en su informe *Cities of Opportunity*<sup>27</sup>, establece un ranking de 27 ciudades del mundo, en función de su posicionamiento en una serie de dimensiones, que, aunque no específicamente orientadas hacia las definiciones de Smart City, se encuentran íntimamente relacionadas.



Fuente: PWC Cities of Opportunity.

Puede comprobarse como, en general, las ciudades maduras se encuentran mejor posicionadas que las emergentes. En el indicador de *technology readiness*, que engloba aspectos como el acceso a la banda ancha, la disponibilidad de Internet en las escuelas, el crecimiento de la economía digital o el nivel de actividad en desarrollo de software o en diseño multimedia, las mejor posicionadas son las ciudades europeas y norteamericanas, y también las ciudades maduras de Asia (Seúl, Tokio, Hong Kong o Singapur).

En definitiva, las grandes ciudades maduras que mantienen un dinamismo económico y cultural, se encuentran en una muy buena posición para evolucionar hacia la Smart City. Las grandes ciudades emergentes, por su parte, presentan importantes desequilibrios y carencias, pero al mismo tiempo su ritmo de crecimiento y la facilidad de realizar una planificación desde el inicio, menos condicionada por factores históricos, constituyen una oportunidad para dar un gran salto adelante por medio del modelo de Smart City.

27.-<http://www.pwc.com/us/en/cities-of-opportunity/assets/cities-opp-2012.pdf>

# 06 TECNOLOGÍAS Y SERVICIOS EN LA SMART CITY

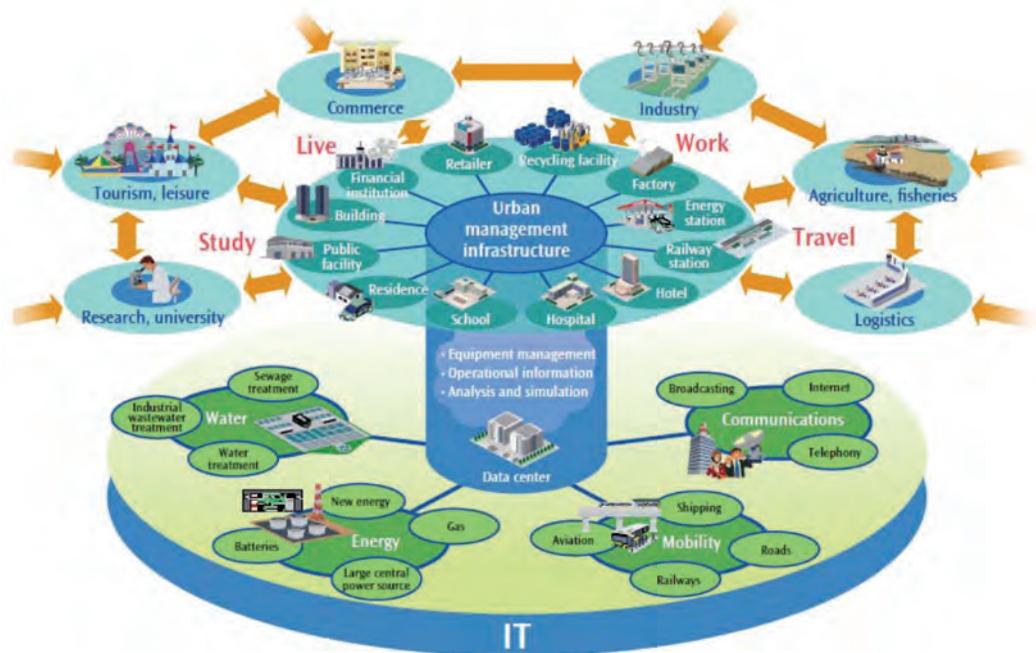
En el modelo de Smart City, la ciudad es vista como un conjunto de sistemas que consume recursos para ofrecer una serie de servicios, y en el que una adecuada plataforma tecnológica puede optimizar todos los procesos, prestando esos servicios con mayor calidad y un consumo más eficiente de esos recursos. La figura siguiente muestra un ejemplo de interrelación entre los sistemas que componen la ciudad, conforme a la visión de IBM<sup>28</sup>:



 Fuente: IBM.

28.-[http://www-05.ibm.com/services/es/bcs/pdf/Ciudades\\_mas\\_inteligentes.pdf](http://www-05.ibm.com/services/es/bcs/pdf/Ciudades_mas_inteligentes.pdf)

La gestión a través de las TIC de todas las infraestructuras y servicios de una Smart City se representa en el siguiente gráfico:



— Fuente: HITACHI.<sup>29</sup>

Como puede verse, una infraestructura TIC permite, mediante la aplicación de un elenco de tecnologías, gestionar de forma eficiente tanto las infraestructuras urbanas como los servicios que se prestan sobre ellas. En este capítulo se detallan tanto los servicios que presta una Smart City como las tecnologías que se emplean para ello.

## ◆◆◆◆ 6.1 Los Servicios de la Smart City

Como ya se ha señalado a lo largo de los capítulos precedentes, la Smart City ha de prestar a sus ciudadanos y empresas servicios de forma eficiente mediante la introducción de las TIC. Estos servicios<sup>30</sup> se encuadran dentro de alguna de las siguientes categorías, que a su vez se relacionan con las seis características de la Smart City<sup>31</sup> (Smart Economy, Smart People, Smart Governance, Smart Mobility, Smart Environment, Smart Living):

29.-<http://www.hitachi.com/products/smartcity/download/pdf/whitepaper.pdf>

30.-[http://www.future-internet.eu/fileadmin/documents/2nd\\_FI\\_usage\\_area\\_workshop/documents/S1-7-Fledderus.pdf](http://www.future-internet.eu/fileadmin/documents/2nd_FI_usage_area_workshop/documents/S1-7-Fledderus.pdf)

31.-[http://www.smart-cities.eu/download/smart\\_cities\\_final\\_report.pdf](http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf)



- Energía y sostenibilidad medioambiental.
- Gestión de los edificios públicos y restante infraestructura urbana.
- Transporte y movilidad.
- Gestión de residuos.
- Servicios sanitarios.
- Comercio.
- Seguridad.
- Gobierno de la ciudad y relación con los ciudadanos.
- Educación.
- Cultura.
- Turismo.

### **Energía y sostenibilidad medioambiental.**

La mejora de la gestión energética en la Smart City presenta múltiples facetas, pues puede llevarse a cabo tanto en la generación como en la distribución y el uso de esa energía.

En el campo de la generación de energía, el empleo de energías renovables, como la eólica o la fotovoltaica, permite reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, propias de los combustibles fósiles, contribuyendo así a la lucha contra el efecto invernadero.

En el campo de la distribución de la energía, el empleo de las TIC para dotar de inteligencia a las redes eléctricas, permitiendo una comunicación bidireccional entre los puntos de generación de energía y los puntos de consumo, constituye la clave de lo que se ha dado en llamar Smart Grid<sup>32</sup>. La Smart Grid permite conformar la demanda de energía, aplanando la curva de demanda y maximizando así el aprovechamiento de los activos de la red eléctrica, lo que posibilita ajustar la producción de energía y maximizar el aprovechamiento de las fuentes renovables. Hay que tener en cuenta que la evolución diaria de la demanda de energía eléctrica lleva a que el factor de carga del sistema eléctrico se sitúe en el entorno del 55%<sup>33</sup>, lo cual supone que los activos de la red se utilizan aproximadamente la mitad del tiempo. Las Smart Grids también incrementan la eficiencia de las propias redes de distribución, reduciendo las pérdidas de energía<sup>34</sup>, que ascienden a un promedio mundial del 8%, aunque en naciones como India<sup>35</sup> estas pérdidas por deficiencias en la red llegan al 25%<sup>36</sup>.

En el campo del consumo, un elemento esencial de las Smarts Grids lo constituyen los *smart meters* ó *advanced metering infrastructures* (AMI)<sup>37</sup>. Se estima que, mediante la adecuada gestión del consumo que los usuarios finales pueden llevar a cabo gracias a la información proporcionada por estos contadores inteligentes, la factura eléctrica puede reducirse hasta en un 20%. La conjunción de Smart Grids y smart meters permite a los operadores del sistema eléctrico establecer modelos de tarifas más ajustados a los costes reales de producción de la energía, así como al momento de consumo, según sea éste pico o valle. El conocimiento del consumo en tiempo real que facilitan los smart meters permite a los usuarios adaptar su curva de consumo a las horas en las que las tarifas son menores.

32.-<http://www.smartgrids.eu/>

33.-[http://energy.gov/sites/prod/files/oeprod/DocumentsandMedia/Electric\\_Vision\\_Document.pdf](http://energy.gov/sites/prod/files/oeprod/DocumentsandMedia/Electric_Vision_Document.pdf)

34.-Electricity distribution losses. A consultation document. <http://www.ofgem.gov.uk/Networks/ElecDist/Policy/DistChrgs/Documents1/1362-03distlosses.pdf>

35.-[http://www.asiapacificpartnership.org/pdf/PGTTF/ddsm/presentations/Alok\\_Final\\_Presentation\\_on\\_Distribution.pdf](http://www.asiapacificpartnership.org/pdf/PGTTF/ddsm/presentations/Alok_Final_Presentation_on_Distribution.pdf)

36.-OCDE. Greener and Smarter: ICTs, the Environment and Climate Change

37.-[http://csrc.nist.gov/publications/drafts/nistir-7823/draft\\_nistir-7823.pdf](http://csrc.nist.gov/publications/drafts/nistir-7823/draft_nistir-7823.pdf)

El Observatorio Tecnológico de la Energía del Ministerio de Industria, Energía y Turismo realiza un seguimiento de las actividades de las Smart Cities en el campo de la eficiencia energética a través de su “Mapa Tecnológico de Ciudades Inteligentes”<sup>38</sup>, en el que se puede consultar información sobre los proyectos de referencia en materia de smart grids y ahorro de energía.

### **Gestión de los edificios públicos y restante infraestructura urbana.**

Los edificios<sup>39</sup> son importantes puntos de consumo energético, cuya eficiencia es además muy mejorable. Los edificios públicos, en particular, pueden dotarse de sistemas de gestión de la iluminación, la calefacción y la climatización que reduzcan esas ineficiencias que, en algunos casos, pueden alcanzar el 50%.

Los servicios de alumbrado<sup>40</sup> público tienen también un importante potencial de mejora a través de la gestión de la iluminación y el empleo de tecnologías de menor consumo, como la tecnología LED<sup>41</sup>.

### **Transporte y movilidad**

En las grandes ciudades, la movilidad de ciudadanos, y también de mercancías, constituye uno de los principales servicios prestados por el municipio. La gestión del tráfico, tanto público como privado, es una de las principales aplicaciones de la Smart City, por su impacto en la mejora de la productividad de la ciudad, en la reducción del consumo de energía y de los costes asociados, en el control de las emisiones de gases de efecto invernadero, y en la calidad de vida general de la ciudad, ya que el tráfico rodado es la principal causa de polución atmosférica así como de contaminación acústica. Adicionalmente, los costes asociados a los accidentes de tráfico en Europa ascienden a un dos por ciento del producto interior bruto de la Unión Europea<sup>42</sup>, además de ser responsables de la pérdida de 40.000 vidas al año<sup>43</sup>.

Los sistemas inteligentes de transporte (ITS Intelligent Transportation Systems)<sup>44</sup>, así como la comunicación entre vehículos (V2V Vehicle to Vehicle) y de estos con la infraestructura urbana (V2I Vehicle to Infrastructure) permiten mejorar sustancialmente la gestión urbana del transporte<sup>45</sup> y la movilidad. El vehículo eléctrico<sup>46</sup>, por su parte, constituye una alternativa poco contaminante a los motores de combustión, y su integración en la Smart Grid permite además gestionar más eficazmente la demanda eléctrica.

### **Gestión de residuos**

La gestión de residuos en las grandes ciudades es un proceso logístico de primera magnitud, que consume gran cantidad de recursos públicos. El control de los contenedores (nivel de llenado)

38.-[http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos\\_Borrador\\_Smart\\_Cities\\_18\\_Abril\\_2012\\_b97f8b15.pdf](http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_Borrador_Smart_Cities_18_Abril_2012_b97f8b15.pdf)

39.-[http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/buildings\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/buildings_en.htm)

40.-[http://www.eu-greenlight.org/pdf/GL\\_Reports/GL%20Catalogue%202005\\_2009.pdf](http://www.eu-greenlight.org/pdf/GL_Reports/GL%20Catalogue%202005_2009.pdf)

41.-[http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-11-1554\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-11-1554_en.htm)

42.-Smart Cities Applications and Requirements Net!Works. [http://www.networks-etp.eu/fileadmin/user\\_upload/Publications/Position\\_White\\_Papers/White\\_Paper\\_Smart\\_Cities\\_Applications.pdf](http://www.networks-etp.eu/fileadmin/user_upload/Publications/Position_White_Papers/White_Paper_Smart_Cities_Applications.pdf)

43.-Eurostat. Transport accident statistics. [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php/Transport\\_accident\\_statistics](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Transport_accident_statistics)

44.-[http://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts/102600\\_102699/10263702/01.02.01\\_60/ts\\_10263702v010201p.pdf](http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102600_102699/10263702/01.02.01_60/ts_10263702v010201p.pdf)

45.-<http://www.etsi.org/website/technologies/intelligenttransportsystems.aspx>

46.-[http://ec.europa.eu/transport/themes/urban/vehicles/road/electric\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/themes/urban/vehicles/road/electric_en.htm)

mediante sistemas de sensorización, el diseño de rutas eficientes de recogida de residuos en base a la información capturada sobre el estado de los contenedores y el control de las flotas de vehículos dedicados a esta recogida se configuran como servicios esenciales para una gestión inteligente de los residuos generados en las ciudades.

### **Servicios sanitarios y socio-sanitarios**

En las grandes ciudades, y especialmente en las de los países desarrollados cuya población envejece a gran velocidad, la prestación de servicios sanitarios y socio-sanitarios constituye una de las principales prestaciones públicas percibidas por los ciudadanos. Con independencia de la atribución competencial de la prestación de estos servicios a otros niveles de la Administración, lo cierto es que los grandes municipios son, frente a sus ciudadanos, responsables de la prestación de parte de ellos, y muy significativamente de los servicios socio-sanitarios.

Los sistemas de teleasistencia y la aplicación de las TIC a la protección y cuidado de personas en situación de vulnerabilidad facilitan el incremento de la calidad y extensión de la prestación de estos servicios.

### **Comercio**

El comercio constituye, sin duda, uno de los elementos vertebradores y dinamizadores de la actividad de las ciudades. En la Smart City, el comercio tradicional ha de evolucionar y adaptarse, ofreciendo servicios de comercio electrónico y facilitando el empleo de medios de pago como el pago a través del móvil.

### **Seguridad**

La seguridad ciudadana y la protección civil son servicios prestados por la mayor parte de los grandes municipios. En España, la protección civil es una competencia municipal en todas las ciudades de más de veinte mil habitantes<sup>47</sup>. La integración de los servicios de emergencia, la combinación de redes de sensores y de cámaras de videovigilancia, así como la recopilación y tratamiento de grandes volúmenes de información generada por los ciudadanos, por ejemplo a través de sus teléfonos móviles, permiten incrementar la eficacia de la respuesta de las autoridades ante situaciones de emergencia.

### **Gobierno de la ciudad y relación con los ciudadanos**

La generalización de la Administración electrónica en la relación entre los ciudadanos y empresas y las autoridades municipales es uno de los servicios de la Smart City. El empleo de las TIC por parte de la Administración para informar a los ciudadanos, así como para desarrollar políticas de transparencia, Open Data y Open Government en la gestión municipal es otro de los servicios que la Smart City puede ofrecer.

### **Educación**

La infraestructura TIC de una Smart City puede ser aprovechada para ofrecer servicios educativos basados en las TIC. Las redes de banda ancha facilitan el acceso generalizado a aplicaciones y contenidos educativos, a plataformas de e-learning y a redes de cooperación y colaboración con propósito formativo,

<sup>47</sup>-Art. 26.1 de la Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local.

### Cultura

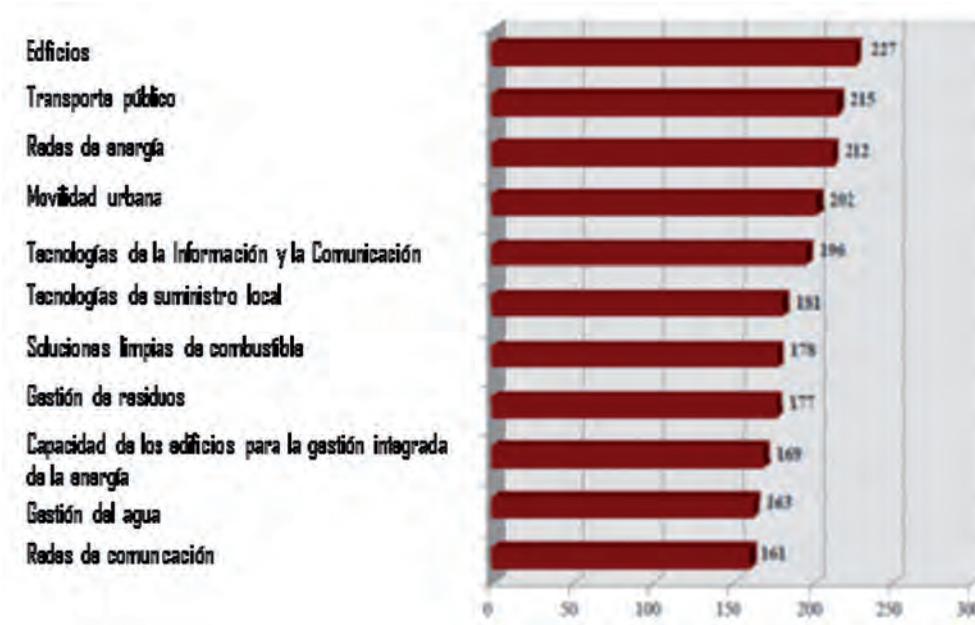
La Smart City puede ofrecer servicios culturales a través de Internet, tanto facilitando el acceso a información relacionada con la programación cultural de la ciudad, como ofreciendo el acceso a fondos culturales y patrimoniales digitalizados.

### Turismo

El turismo constituye uno de los principales sectores de actividad de muchas grandes ciudades. La aplicación de las TIC a este sector, tanto para la promoción turística como para la gestión de reservas, y acceso a servicios turísticos de toda índole, especialmente a través de dispositivos móviles, resulta imprescindible en el modelo de Smart City, especialmente en aquellas ciudades con un mayor potencial turístico.

## ◆◆◆◆◆ 6.2 Tecnologías para la Smart City

Como se ha descrito a lo largo de este capítulo, la Smart City puede ofrecer un amplio abanico de servicios a sus ciudadanos y empresas. Todos estos servicios, para su prestación, se apoyan en un empleo intensivo de la tecnología. El rango de tecnologías aplicables a la Smart City es amplio, destacando entre ellas las siguientes:



Fuente: DG Energía. Comisión Europea.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación juegan un papel central, no solo mediante su aplicación directa, sino facilitando el incremento de la eficiencia de la aplicación de otras tecnologías como las de gestión del agua, la gestión de edificios y la generación, distribución y consumo de energía. A continuación se describen las TIC principales de aplicación en la Smart City, así como los modelos tecnológicos propuestos por algunos agentes del sector.

Telefónica, en su informe “Smart Cities: un primer paso hacia la Internet de las Cosas”<sup>48</sup>, propone un modelo tecnológico de Smart City basado en la recopilación de información, su agregación a través de las redes de comunicaciones, su almacenamiento y análisis, y su explotación por parte de los prestadores de servicios:



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

### Tecnologías de sensores

Los sensores permiten recopilar información de múltiples facetas de la ciudad, información que posteriormente puede ser tratada y empleada para tomar decisiones de gestión. Los sensores 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 sensores pueden utilizarse para medir consumos o flujos de agua y energía; pueden medir magnitudes asociadas a niveles de seguridad; pueden registrar temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento o presión atmosférica; pueden medir velocidades o intensidades de tráfico, o niveles de ocupación de vías públicas o de medios de transporte; pueden medir posiciones o movimientos. Todos estos sensores pueden ubicarse en la infraestructura de la ciudad, en medios públicos de transporte, en vehículos o sistemas privados, o en los teléfonos móviles y smartphones que portan la mayoría de los habitantes 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<sup>49</sup>, 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.

<sup>48</sup>-[http://www.fundacion.telefonica.com/es/que\\_hacemos/media/publicaciones/SMART\\_CITIES.pdf](http://www.fundacion.telefonica.com/es/que_hacemos/media/publicaciones/SMART_CITIES.pdf)

<sup>49</sup>-[http://www.wired.com/beyond\\_the\\_beyond/2011/12/42-major-countries-ranked-by-smartphone-penetration-rates/](http://www.wired.com/beyond_the_beyond/2011/12/42-major-countries-ranked-by-smartphone-penetration-rates/)

## Redes de comunicaciones

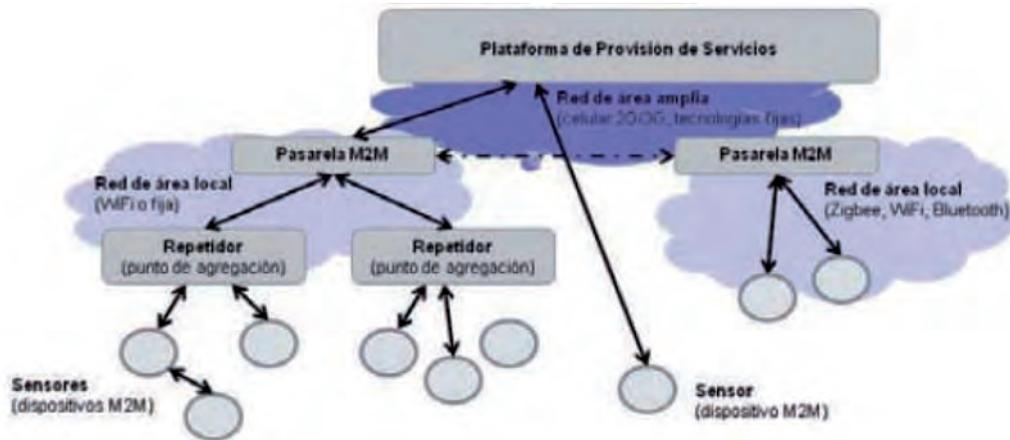
Las redes de comunicaciones de la Smart City permiten la interconexión de todos los sistemas que la integran, y específicamente facilitan la recolección de datos por medio de los sensores, para su posterior tratamiento y toma de decisiones. La infraestructura de comunicaciones de la ciudad incluye tanto 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
<b>ZigBee</b>	802.15.4-2003 DSSS CSMA-CA	10-100m interior ~1Km exterior	250Kbps (2.4GHz) 20Kbps (868MHz) 40Kbps (915MHz)	Consumo pıco 50mW (2.4GHz) En suspensión: <1μW	Estándar de facto
<b>Wavenis</b>	Propietario	200m interior- 1km LOS	desde 10kb/s hasta 100kb/s	18 mA RX, 45 mA TX y 2μA en suspensión	Propietario
<b>Wireless MBus</b>	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
<b>Z-Wave</b>	Propietario	30m interior 100m exterior	40-100Kbps	20mA suspensión: 1μA	Propietario
<b>WiFi low power</b> (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
<b>WIMAX</b> (Altair's ALT2150 chipset lowpower)	Se basa en IEEE 802.16	Hasta 75 km	hasta 75 Mbps	230mW-49 mW	Estándar
<b>PLC Watteco</b>	Lınea eléctrica	50m (objetivo: 150m)	10Kbps (objetivo: 40Kbps)	Inferior a ZigBee y Z-Wave	Propietario
<b>PLC NEC</b>	Lınea eléctrica	-	100bps-30Kbps	25mW	Propietario
<b>GSM/GPRS</b> (Telit GM862 Quad module)			hasta 85,6 Kbps	Modo en reposo 2,6 mA, GPRS cl. 10(max): 370 mA	Estándar

 Fuente: Telefónica "Smart Cities: un primer paso hacia la Internet de las Cosas".

Las tecnologías M2M (*machine to machine*)<sup>50</sup> 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.

50.-[http://www.etsi.org/WebSite/NewsandEvents/2012\\_02\\_M2M\\_standards\\_release.aspx](http://www.etsi.org/WebSite/NewsandEvents/2012_02_M2M_standards_release.aspx)



Fuente: Telefónica "Smart Cities: un primer paso hacia la Internet de las Cosas".

### 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<sup>51</sup> permiten agregar los ingentes flujos de información<sup>52</sup> 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.

### 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<sup>53</sup>, dotan a estas plataformas de las capacidades necesarias para acceder a datos, realizar transacciones y pagos, almacenar información, autenticar usuarios, etc.

En las siguientes figuras se representa un ejemplo de la arquitectura del sistema operativo urbano, con el detalle de los componentes que integran cada una de sus capas:

51.-<http://www.future-internet.eu/home/future-internet-assembly/aalborg-may-2012/31-smart-cities-and-big-data.html>

52.-<http://www-01.ibm.com/software/data/bigdata/>

53.-[http://living-planit.com/UOS\\_overview.htm](http://living-planit.com/UOS_overview.htm)



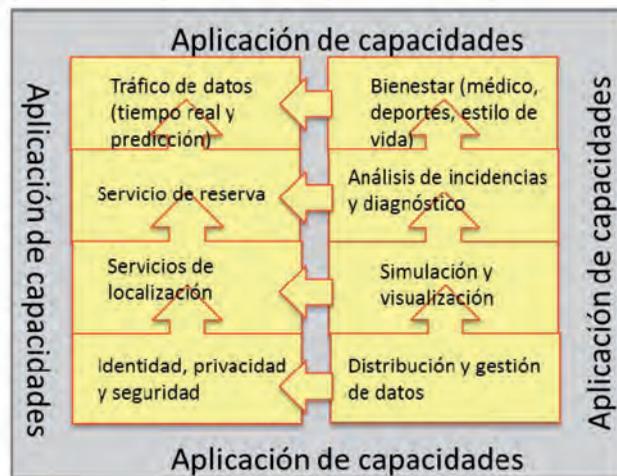
# SMARTCITIES



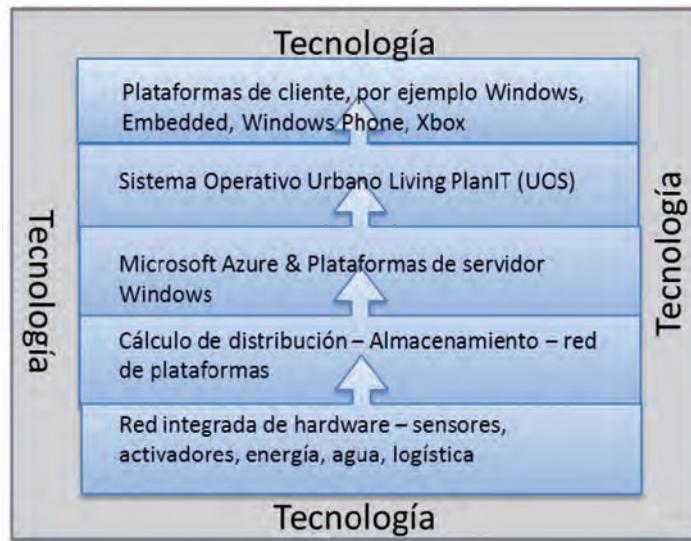
Fuente: Cities in the Cloud. A Living PlanIT Introduction to Future City Technologies.



Fuente: Cities in the Cloud. A Living PlanIT Introduction to Future City Technologies.



Fuente: Cities in the Cloud. A Living PlanIT Introduction to Future City Technologies.




 Fuente: 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.

## ◆◆◆◆◆ 6.3 Estándares para la Smart City

Actualmente existen varios grupos de estandarización regional y global trabajando en el área de las Smart Cities. Estos estándares están enfocados hacia dos ámbitos diferenciados: el primero asociado a las tecnologías requeridas para que las Smart Cities sean una realidad y el segundo asociado a estándares para medir el impacto ambiental de las TIC sobre las ciudades.

En relación a este segundo enfoque, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), a través si Comité de Estandarización ITU-T, se encuentra trabajando en la definición de metodologías para medir el impacto ambiental de las TIC a nivel de productos, servicios, organizaciones, ciudades y países. Respecto a las ciudades, el Grupo de Estudio 5<sup>54</sup> de la ITU-T para el Medio Ambiente y Cambio Climático (SG5: Environment and Climate Change), se encuentra desarrollando una metodología específica para medir el impacto ambiental de las TIC en ciudades, en términos de energía y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), incluidos los impactos de los sistemas inteligentes de transporte, edificios inteligentes y centros de procesamiento de datos, entre otros.

Adicionalmente, en febrero de 2013, la ITU-T creó un Focus Group en "Smart & Sustainable Cities"<sup>55</sup>, cuyo objetivo es identificar oportunidades y necesidades de estandarización asociadas a los conceptos de Smart Cities y servicios TIC para el uso eficiente de recursos como el agua o la energía en las ciudades. Así mismo, este grupo pretende consolidar visiones de instituciones que no son miembros de la UIT, como por ejemplo municipios, ONGs, Academia y centros de investigación; etc.

En esta misma línea, el Comité de Estandarización ISO, se encuentra trabajando en el desarrollo de especificaciones técnicas para definir métricas de infraestructuras en comunidades inteligentes (Smart community infrastructure metrics)<sup>56</sup>. Algunas de estas métricas tienen como objetivo evaluar la "inteligencia" de infraestructuras de ciudades como la energía, el agua el transporte, entre otras. En España, el proceso de contribución al Comité de la ISO está siendo liderado por AENOR.

### Estándares M2M

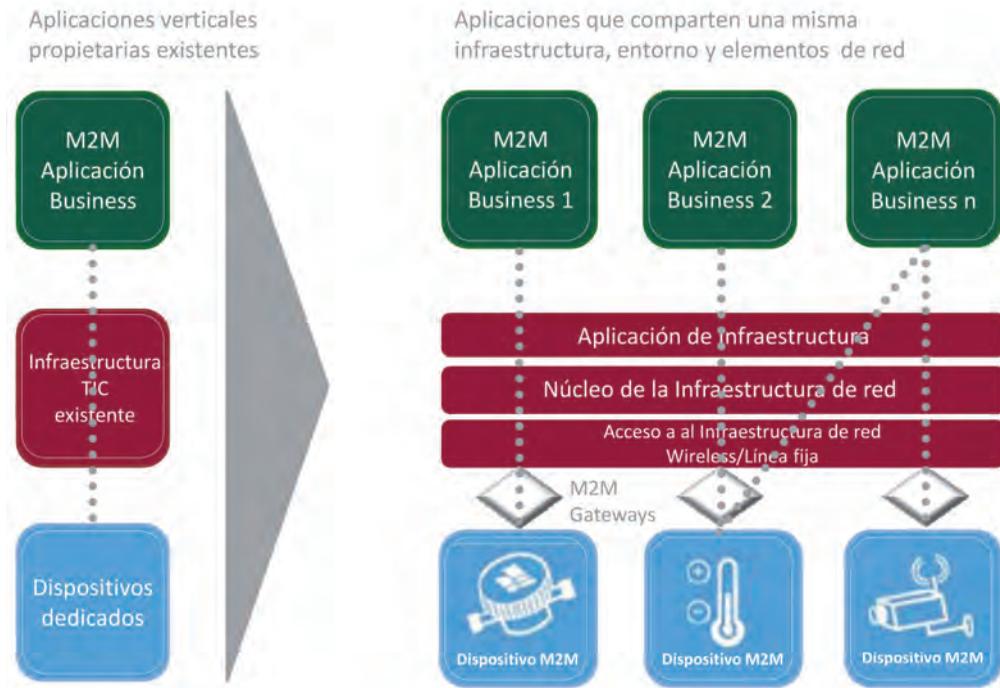
El desarrollo de las Smart Cities generará grandes oportunidades de mercado para el sector TIC, en particular en el área de las tecnologías M2M. Los estándares están llamados a desempeñar un papel esencial en la evolución de ese mercado, ya que cualquier retraso en el desarrollo de los mismos impactará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

54.-<http://www.itu.int/en/ITU-T/about/groups/Pages/sg05.aspx>

55.-<http://www.itu.int/ITU-T/newslog/ITU+Establishes+Focus+Group+On+Smart+Sustainable+Cities.aspx>

56.-[http://www.itu.int/en/ITU-T/jca/ictcc/Documents/docs-2013/Yoshiakilchikawa\\_JCA\\_Feb2013.pdf](http://www.itu.int/en/ITU-T/jca/ictcc/Documents/docs-2013/Yoshiakilchikawa_JCA_Feb2013.pdf)



Fuente: ETSI.

Como se muestra en la ilustración anterior, el ETSI<sup>57</sup> distingue entre el dominio de los dispositivos M2M, que permite la comunicación entre estos, y el dominio de la red, a través de la cual toda la información fluye hacia el dominio de las aplicaciones de negocio. El principal campo de estandarización es el del dominio M2M, en el que a día de hoy se dan multitud de soluciones, muchas de ellas propietarias. La iniciativa OneM2M<sup>58</sup>, recientemente puesta en marcha<sup>59</sup>, agrupa a más de 240 instituciones y empresas, incluyendo los principales organismos de estandarización como el propio ETSI e importantes empresas españolas como Telefónica. Esta iniciativa ha nacido con el objetivo de eliminar una de las principales barreras que ha venido ralentizando el desarrollo de la Internet de las Cosas: la falta de estándares.

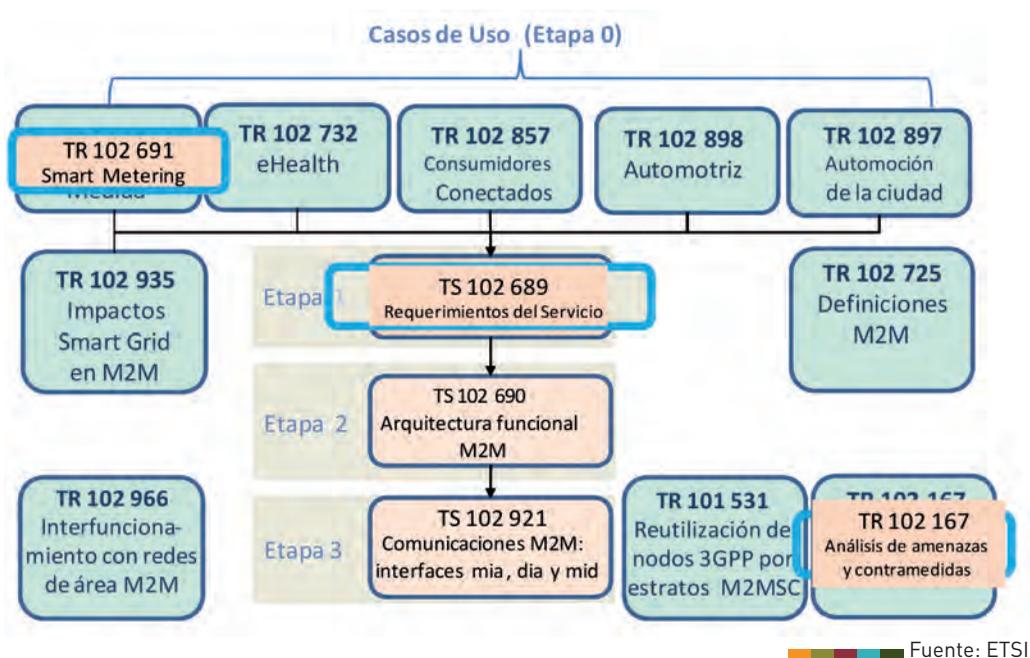
El ETSI, por su parte, constituyó en 2009 un comité técnico específicamente dedicado a la elaboración de estándares M2M<sup>60</sup>. Este comité ha publicado los siguientes informes técnicos (TR – *Technical Report*) y estándares (TS – *Technical Specifications*):

57.-<http://www.etsi.org/WebSite/homepage.aspx>

58.-<http://www.onem2m.org/>

59.-<http://news.techworld.com/networking/3371990/standards-bodies-launch-onem2m-service-layer-for-internet-of-things/>

60.-<http://portal.etsi.org/m2m>



Los tres grupos de especificaciones citados en el diagrama, los cuales fueron publicados en febrero de 2012, cubren la arquitectura de dispositivos M2M, gateways e interfaces, aplicaciones, tecnologías de acceso y también la capa de servicios:

- ETSI TS 102 689<sup>61</sup>: requisitos generales, funcionales, de gestión y de seguridad para M2M.
- ETSI TS 102 690<sup>62</sup>: arquitectura funcional M2M.
- ETSI TS 102 921<sup>63</sup>: interfaces de comunicaciones M2M.

Otras organizaciones de estandarización, como el 3GPP<sup>64</sup>, también están trabajando en el área de M2M. El 3GPP, dedicado a los estándares para comunicaciones móviles de banda ancha, ha publicado los siguientes documentos aplicables a las tecnologías M2M:

- TR 22.868<sup>65</sup>: *Study on Facilitating Machine to Machine Communication in 3GPP Systems.*
- TR 33.812<sup>66</sup>: *Study on Security Aspects of Remote Provisioning and Change of Subscription for M2M equipment.*
- TS 22.368<sup>67</sup>: *Service Requirements for Machine-Type Communications (MTC).*

61.-[http://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts/102600\\_102699/102689/01.01.01\\_60/ts\\_102689v010101p.pdf](http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102600_102699/102689/01.01.01_60/ts_102689v010101p.pdf)

62.-[http://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts/102600\\_102699/102690/01.01.01\\_60/ts\\_102690v010101p.pdf](http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102600_102699/102690/01.01.01_60/ts_102690v010101p.pdf)

63.-[http://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts/102900\\_102999/102921/01.01.01\\_60/ts\\_102921v010101p.pdf](http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102900_102999/102921/01.01.01_60/ts_102921v010101p.pdf)

64.-<http://www.3gpp.org/>

65.-<http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/22868.htm>

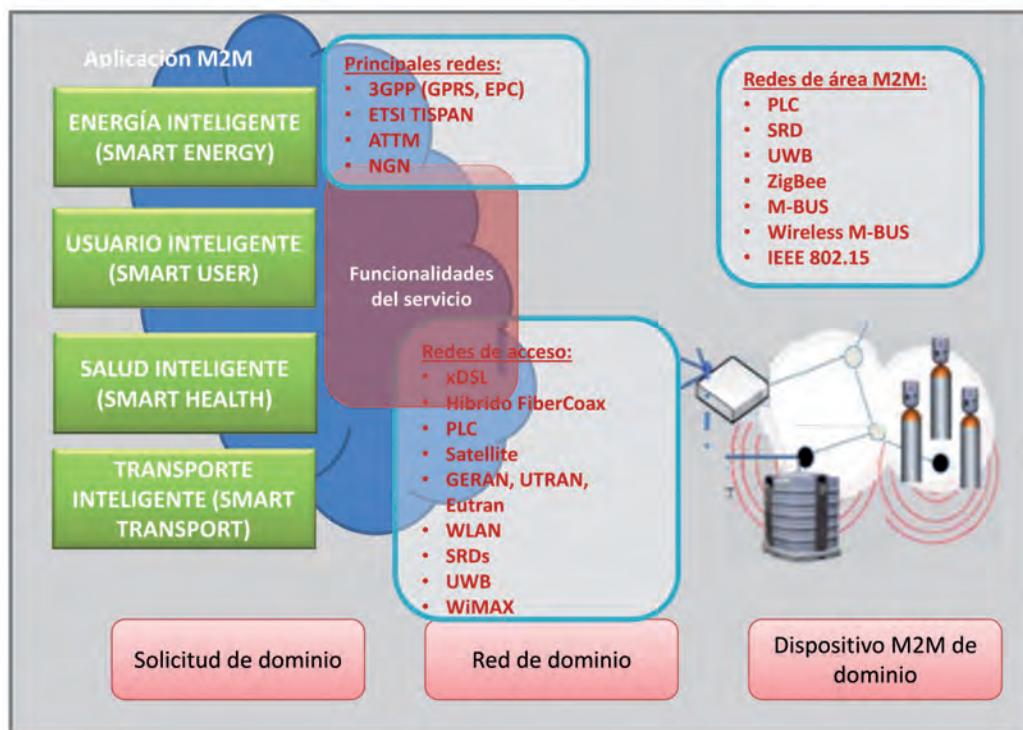
66.-<http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/33812.htm>

67.-<http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/22368.htm>

El IETF<sup>68</sup>, por su parte, también está trabajando en estándares para las tecnologías M2M:

- 6LoWPAN<sup>69</sup> (IPv6 over Low power WPAN).
- ROLL<sup>70</sup> (Routing Over Low power and Lossy networks).
- CORE<sup>71</sup> (Constrained RESTful Environments).

Además de los estándares específicos para M2M, los estándares de comunicaciones son clave para facilitar la conectividad entre todos los dispositivos y actuadores de la Smart City. Como puede verse en la siguiente figura, la arquitectura M2M se apoya en los protocolos de comunicaciones, tanto en el dominio M2M como en el dominio de red:



— Fuente: ETSI.

68.-<http://www.ietf.org/>

69.-<http://tools.ietf.org/wg/6lowpan/>

70.-<http://tools.ietf.org/wg/roll/>

71.-<http://tools.ietf.org/wg/core/>

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

- IEEE 802.15.1 (Bluetooth/WiBree)<sup>72</sup>
- IEEE 802.15.4 (ZigBee y 6LowPan)<sup>73</sup>
- IEEE 802.11 (WiFi)<sup>74</sup>
- GSM (*Global System for Mobile Communications*)<sup>75</sup>
- GPRS (*General Packet Radio System*)<sup>76</sup>
- EDGE (*Enhanced Data Rates for GSM Evolution*).<sup>77</sup>
- UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System, 3GPP-Release 4*)<sup>78</sup>
- WiMAX, IEEE 802.16<sup>79</sup>
- HSPA (*High Speed Packet Access, 3GPP Release 5 y 6*) y HSPA+ (*EDGE 3GPP Release 7*)<sup>80</sup>
- LTE (*Long Term Evolution 3GPP Release 8 y 9*)<sup>81</sup>
- LTE-A (*LTE Advanced, 3GPP Release 10*)<sup>82</sup>
- WiMAX II, IEEE 802.16j/m<sup>83</sup>

72.-<http://www.ieee802.org/15/pub/TG1.html>

73.-<http://www.ieee802.org/15/pub/TG4.html>

74.-<http://www.ieee802.org/11/>

75.-<http://www.gsma.com/>

76.-<http://www.gsma.com/aboutus/gsm-technology/gprs/>

77.-<http://www.gsma.com/aboutus/gsm-technology/edge/>

78.-<http://www.3gpp.org/Technologies/Keywords-Acronyms/article/umts>

79.-<http://www.ieee802.org/16/>

80.-<http://www.3gpp.org/HSPA>

81.-<http://www.3gpp.org/LTE>

82.-<http://www.3gpp.org/LTE-Advanced>

83.-<http://www.ieee802.org/16/tgs.html>

## 07 LA SMART CITY COMO OPORTUNIDAD PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO

Las Smart Cities pueden convertirse, como se ha señalado en capítulos anteriores, 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<sup>84</sup> 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. Ambas facetas, como se ha visto a lo largo del informe, se ven significativamente impactadas por el modelo de Smart City.

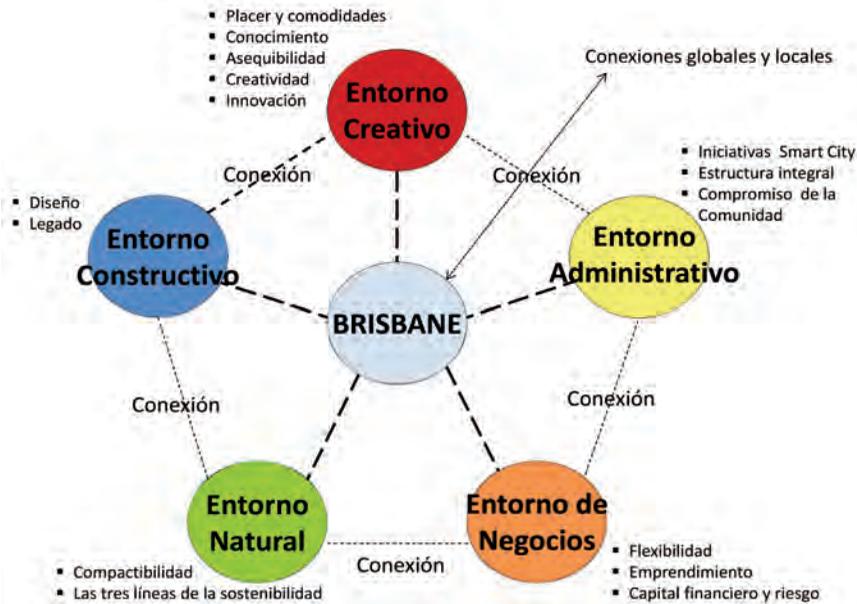
Aunque el desarrollo de las Smart Cities es todavía incipiente, ya hay evidencias de que la concentración de conocimiento y habilidades asociada a la versión más amplia del concepto de Smart City genera unos incrementos de la productividad y de la competitividad de la ciudad que tienen una traslación directa en términos de desarrollo económico<sup>85</sup>.

Algunos estudios analizan el impacto de la transformación de ciudades concretas. Este es el caso de Brisbane<sup>86</sup>, en Australia. La estrategia Smart City de esta ciudad del estado de Queensland se representa en el siguiente diagrama:

<sup>84</sup>.-Smart Cities: Quality Of Life, Productivity, And The Growth Effects Of Human Capital [http://www.nber.org/papers/w11615.pdf?new\\_window=1](http://www.nber.org/papers/w11615.pdf?new_window=1)

<sup>85</sup>.-Correlating the Knowledge-base of Cities with Economic Growth <http://usj.sagepub.com/content/39/5-6/859.abstract>

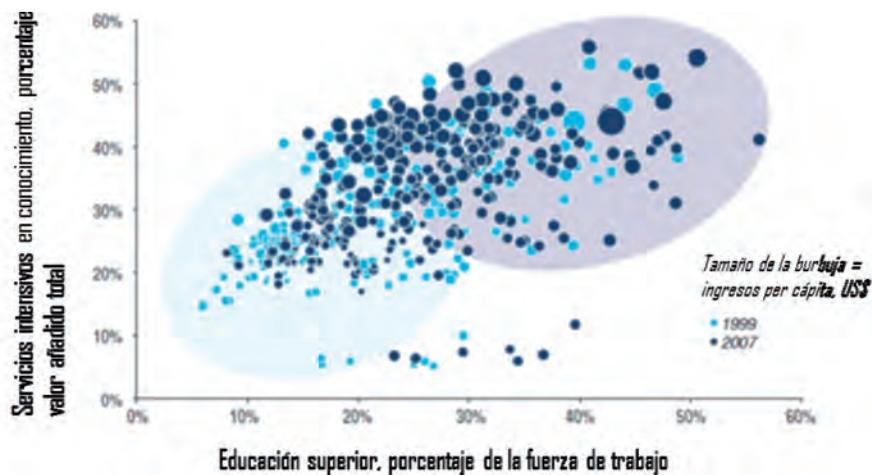
<sup>86</sup>.-Knowledge-based urban development: local economic development path of Brisbane, Australia <http://eprints.qut.edu.au/14828/1/14828.pdf>



Fuente: Knowledge-based urban development: local economic development path of Brisbane, Australia.

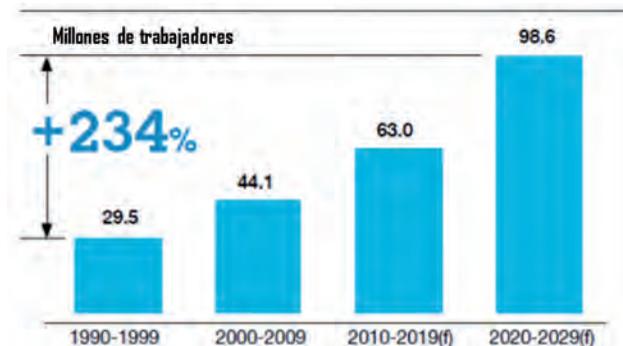
En el caso de Brisbane, merece la pena destacar la importancia otorgada a la creación de un entorno creativo, que incluye la promoción de un importante sustrato cultural, artístico e intelectual, en una visión amplia del concepto de Smart City.

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:



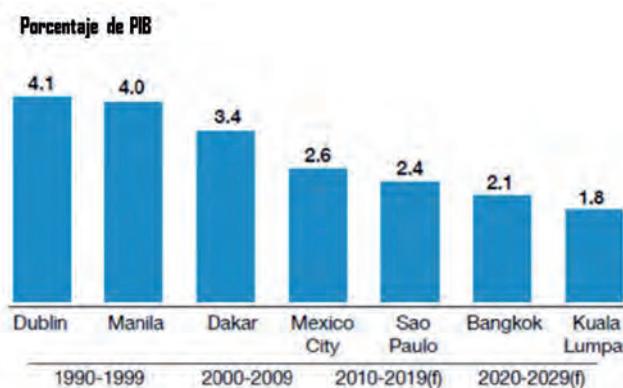
Fuente: OCDE. Regional Statistics Database 2010.

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. La siguiente figura refleja la previsión de flujos migratorios de trabajadores de alta cualificación para las próximas dos décadas.



Fuente: Naciones Unidas. Human Development Report 2009.

Además de la capacidad para atraer actividad económica de alto valor, así como a los profesionales necesarios para que dicha actividad se desarrolle, las Smart Cities ofrecen mejoras de competitividad a través de los incrementos de eficiencia asociados a la prestación de los servicios públicos. Un ejemplo claro es la optimización del tráfico y la movilidad urbanas. La deficiente gestión del tráfico supone un importante coste que las ciudades, y por tanto las empresas y ciudadanos que en ellas desarrollan su actividad, deben soportar, con la consiguiente merma de su productividad. La siguiente gráfica ilustra el sobrecoste que varias ciudades deben soportar debido a la congestión del tráfico de vehículos.



Fuente: Banco Mundial.

La mejora de la movilidad urbana y los sistemas inteligentes de transporte son elementos clave, por tanto, en la mejora de la competitividad de las ciudades. 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<sup>87</sup>, 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.

<sup>87</sup>-The Eddington Transport Study <http://www.thepep.org/ClearingHouse/docfiles/Eddington.Transport.Study%20-%20Rod.pdf>



# 08 HACIA LA SMART CITY. INICIATIVAS PÚBLICAS Y PRIVADAS

En este capítulo se presentan varios casos de éxito y proyectos piloto que reflejan, desde el punto de vista práctico, la aplicación real del potencial de las Smart Cities. Igualmente, se exponen las principales políticas públicas destinadas a impulsar el desarrollo de las Smart Cities. Se ha incluido, igualmente, un apartado dedicado al análisis de los mecanismos de financiación de la transformación de la ciudad en Smart City, en el que se presta especial atención a los modelos de colaboración público-privada.

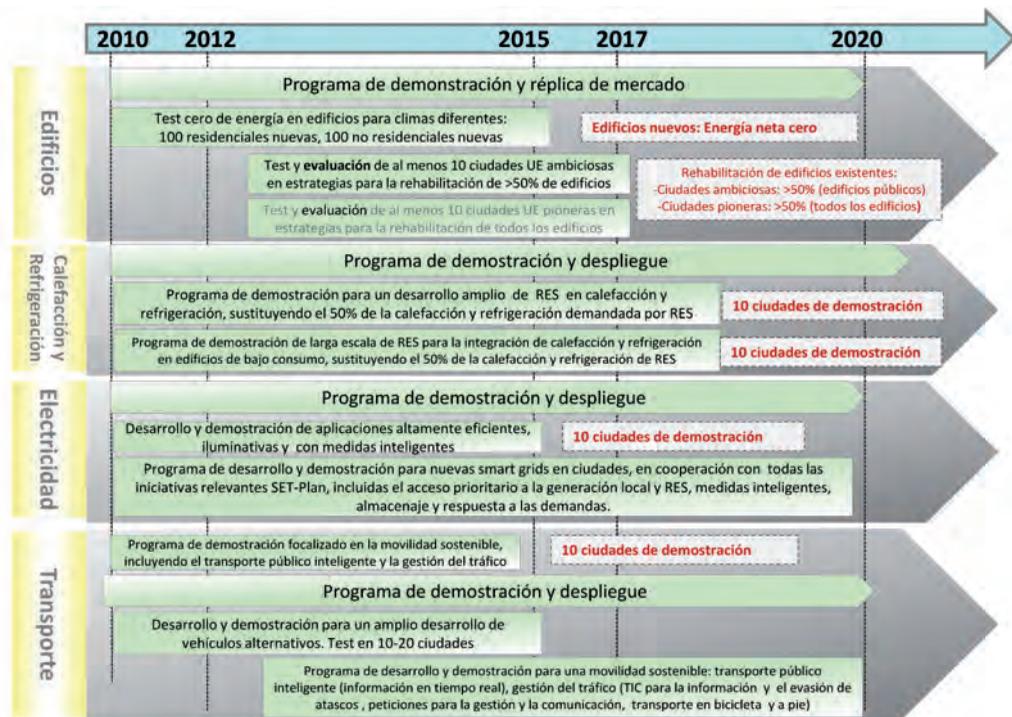
## ◆◆◆◆ 8.1 Políticas Públicas de impulso de las Smart Cities

Los esfuerzos en materia de mejora de la competitividad de la Unión Europea se articulan a través de diferentes iniciativas de apoyo a la investigación, el desarrollo y la innovación. Estas iniciativas se estructuran en programas plurianuales, que por periodos de siete años establecen las políticas de la Unión, las prioridades y los mecanismos de financiación. Para el siguiente periodo plurianual 2014-2020, el gran instrumento de la unión será el Programa Horizon 2020<sup>88</sup>, el cual integrará las actividades de investigación e innovación contenidas en el Programa Marco para la Investigación y el Desarrollo Tecnológico, el Programa Marco de Competitividad e Innovación y el Instituto Europeo de Innovación y Tecnología.

Dentro del actual periodo de programación 2007-2013, la Iniciativa Europea en Smart Cities, incardinada en el Strategic Energy Technology Plan<sup>89</sup> de la Comisión Europea, tiene como objetivos desarrollar proyectos urbanos de eficiencia en las áreas de redes de energía, transporte y edificios, conforme al plan de trabajo recogido en la siguiente figura:

<sup>88</sup>-[http://ec.europa.eu/research/horizon2020/index\\_en.cfm?pg=home&video=none](http://ec.europa.eu/research/horizon2020/index_en.cfm?pg=home&video=none)

<sup>89</sup>-<http://setis.ec.europa.eu/about-setis/overview>



Fuente: Comisión Europea.

En julio de 2012, la Comisión Europea ha integrado las políticas destinadas a impulsar las Smart Cities, incluidas las derivadas del Strategic Energy Technology Plan mencionado más arriba, en el marco de la *Smart Cities and Communities - European Innovation Partnership*<sup>90</sup>. La iniciativa ha dotado para el ejercicio 2013 un presupuesto de 365 millones de euros, que será destinado a financiar proyectos demostradores que combinen los sectores de la energía, el transporte y las TIC. Este presupuesto, canalizado a través del séptimo Programa Marco, se distribuirá de la siguiente manera:

- 209 millones de euros para una convocatoria dedicada a *Smart Cities and Communities*.
- 116 millones de euros para una convocatoria de colaboración público privada en edificios energéticamente eficientes.
- 40 millones de euros para una convocatoria de colaboración público privada en vehículos ecológicos.

El comité asesor de la Comisión Europea para el establecimiento de prioridades estratégicas del nuevo Programa Marco para la Investigación y la Innovación para el periodo 2014-2020 ha elaborado el informe *ICT Infrastructure for energy-efficient buildings and neighbourhoods for carbon-neutral cities*<sup>91</sup>, en el que se hacen unas recomendaciones a la Comisión sobre cuál

<sup>90</sup>-[http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-12-760\\_en.htm?locale=en](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-12-760_en.htm?locale=en)

<sup>91</sup>-[http://ec.europa.eu/information\\_society/activities/sustainable\\_growth/docs/smart-cities/smart-cities-adv-group\\_report.pdf](http://ec.europa.eu/information_society/activities/sustainable_growth/docs/smart-cities/smart-cities-adv-group_report.pdf)

debería ser la orientación para las iniciativas de *Smart Cities and Communities* en dicho periodo 2014-2020. Las áreas estratégicas en las que se considera que el nuevo Programa Marco debería enfocar sus esfuerzos son energía, e-servicios y TIC. Las áreas de investigación que se recomienda apoyar, para cada una de estas tres áreas, son los siguientes:

#### Áreas de investigación preferente en el campo de las TIC

<b>Correlación de la información para el proceso de negocio (del dato al conocimiento)</b>
Definición de “system-border” BACS/EMS y TIC
Descubrimiento dinámico de información y fuentes (CPS/SoS)
Arquitecturas federales dependientes en CPS y gran escala SoS
Garantía de calidad del servicio (QoS), tiempo de entrega y procesamiento de eventos clave
Gestión de gran volumen de datos
Aproximación TIC en edificios comerciales/industriales existentes
Red céntrica de información/contenido y modelo avanzado de información (Internet de los servicios)
M2M (Máquina a máquina o Internet de las cosas)
Optimización de la conectividad y transferencia de información
Redes de sensores (incluyendo el uso de redes en maya, cloud computing y retransmisión)
Integración de sistemas (es decir, cómo construir una smart city desde componentes del sistema)
Sistemas de sistemas
Aprovechamiento de infraestructuras existentes (por ejemplo teléfonos móviles, redes body to body, etc.)
Gestión temporal y espacial incierta
Impacto de las TIC en la seguridad del suministro de energía

— Fuente: Report of the Meeting of Advisory group ICT Infrastructure for energy-efficient buildings and neighbourhoods for carbon-neutral cities.

#### Áreas de investigación preferente en el campo de la Energía

<b>Sistemas de almacenamiento de batería y sistemas de gestión de micro energía</b>
Eficiencia y pérdidas relacionados con la transmisión de energía en largas distancias
Impacto de todas las posibilidades de almacenamiento de energía (termal y potencia) en los SGA y las TIC
Supervisión de los flujos de energía y sistemas de gestión de energía relacionados con los SGA y las TIC
Optimización operacional de múltiples factores (por ejemplo, procesos, servicios, optimización localizada/distribuida, global/centralizada) explotando modelos predictivos de demanda de energía para edificios, barrios, distritos y ciudades e integrando datos de diferentes fuentes como LCA, GIS, BEMS y herramientas de planificación urbana.
Integración eficiente de vehículos eléctricos en la infraestructura urbana (interacción con las redes de energía, los proveedores de movilidad, la gestión del tráfico, etc.)

— Fuente: Report of the Meeting of Advisory group ICT Infrastructure for energy-efficient buildings and neighbourhoods for carbon-neutral cities.

### Áreas de investigación preferente en el campo de los e-Servicios

<b>Modelos de negocio – soluciones basadas en el contexto (la talla única no vale para todos)</b>
<b>Criterios de éxito de las iniciativas “smart” (aprendizaje de proyectos complejos)</b>
<b>Análisis de los cambios en las habilidades y el comportamiento necesarios para facilitar el cambio</b>
<b>Acciones interdisciplinarias para conectar las TIC con sistemas de análisis en términos socio-tecno-económicos, es decir, cómo vender ideas “smart”, que ideas tienen mayor impacto social, etc.</b>
<b>Privacidad/Seguridad/Confianza</b>
<b>Auto-sostenibilidad (auto-*características, por ejemplo auto-gestión, etc.)</b>

Fuente: Report of the Meeting of Advisory group ICT Infrastructure for energy-efficient buildings and neighbourhoods for carbon-neutral cities.

En cuanto a las políticas públicas de ámbito nacional, la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la información (SETSI) tiene atribuidas en España las competencias de ejecución de la política del Gobierno en materia de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. La estrategia de la SETSI se enmarca en la Agenda Digital española, y se apoya en 4 pilares coordinados entre sí:

**1.- Red española de ciudades inteligentes (RECI)**, con la participación actual de 29 ciudades líderes bajo la presidencia del Alcalde de Santander<sup>92</sup> y gestionada por la Fundación Fundetec<sup>93</sup> (Oficina Técnica), tiene como objetivo definir modelos tecnológicos comunes y de servicios, desde un punto de vista municipal, considerando la ciudad como agente promotor de la innovación, posibilitando la participación o integración en redes similares de ámbito internacional. Cubre áreas relevantes del concepto de Smart City y está constituida por los siguientes grupos de trabajo:

- Innovación social
- Energía
- Medio Ambiente, Infraestructuras y Habitabilidad Urbana
- Movilidad Urbana
- Gobierno, Economía y Negocios

<sup>92</sup>-[http://portal.ayto-santander.es/portal/page/portal/inet\\_santander/ficha/ficha\\_ayto?itemId=5481979](http://portal.ayto-santander.es/portal/page/portal/inet_santander/ficha/ficha_ayto?itemId=5481979)

<sup>93</sup>-<http://www.fundetec.es/prensa/fundetec-sera-la-oficina-tecnica-de-la-red-espanola-de-ciudades-inteligentes/>

## 2.- Comité Técnico de normalización:

El 10 de diciembre de 2012 se constituyó el Comité Técnico para la Normalización de Ciudades Inteligentes (CTN/178), siendo elegido como presidente el director del Gabinete de la SETSI, contando con AENOR como Secretaría Técnica. Pretende crear estándares que sean escalables, interoperables y sin dependencia tecnológica, y que puedan definirse a través de métricas o similares.

El comité está estructurado en los subcomités de Infraestructuras, Indicadores y Semántica, Gobierno y Movilidad, y Energía y Medio Ambiente.

Participan como miembros del comité todos los ayuntamientos de la RECI y otros que se han inscrito también en los grupos de trabajo: el sector TIC, empresas relacionadas con el desarrollo de las ciudades, asociaciones empresariales y de usuarios, Universidades, etc.

## 3.- Fomento de desarrollo:

Se canalizan a través de la Subdirección General de Fomento de la Sociedad de la Información, donde se gestionan convocatorias de ayudas a la I+D que incluyen desarrollos experimentales de herramientas TIC de aplicación sobre Smart Cities. Asimismo, se lideran los desarrollos de un conjunto de aplicaciones informáticas destinadas fundamentalmente al ámbito local que permiten tanto la prestación de servicios como la mejora de la gestión interna.

Por último, merece la pena destacar el desarrollo del proyecto europeo FI-WARE, Plataforma Central de Internet del Futuro<sup>94</sup>, enmarcado en la PPP (*Public Private Partnership*) de Internet del Futuro, supone la creación de una nueva infraestructura de servicios basada en componentes básicos genéricos y reutilizables. Los escenarios de uso corresponden a energía, seguridad, transporte, contenidos, etc. y se considera la herramienta en preparación más avanzada para Smart Cities. España ha tenido una muy alta participación en la citada PPP, y para trabajar en el entorno de FI-WARE se están adecuando infraestructuras, algunas de ellas propias de Smart City como las de Santander, Málaga o Sevilla. La Subdirección General de Fomento de la Sociedad de la Información del Ministerio de Industria, Energía y Turismo pretende favorecer la creación de un Open Innovation Lab poniendo a disposición de las empresas esta plataforma junto con diversas infraestructuras de Smart Cities.

## 4.- Acciones directas:

La entidad pública empresarial Red.es<sup>95</sup>, adscrita al Ministerio de Industria, Energía y Turismo a través de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la información, va a desarrollar dos pilotos en torno al concepto Smart Cities en colaboración con los Ayuntamientos de Sevilla<sup>96</sup> y de Málaga<sup>97</sup>, y dentro de la estrategia que tienen ambas ciudades para su desarrollo sostenible.

Los proyectos piloto tendrán dos líneas de trabajo. Una línea de trabajo estará dirigida al desarrollo de proyectos relevantes en la gestión de la ciudad y que supongan un ahorro para

<sup>94</sup>-<http://www.fi-ware.eu/>

<sup>95</sup>-<http://www.red.es/redes/>

<sup>96</sup>-<http://www.red.es/redes/sala-de-prensa/noticia/sevilla-modelo-de-ciudad-inteligente>

<sup>97</sup>-<http://www.red.es/redes/sala-de-prensa/nota-de-prensa/redes-y-el-ayuntamiento-de-malaga-firman-dos-convenios-para-implantar->



la administración local. La segunda línea, basada en la plataforma FIWAT, permitirá utilizar los resultados del proyecto FI-WARE (Internet del Futuro).

Los proyectos que se desarrollarán cumplirán los siguientes requisitos:

- Ser de carácter innovador para la ciudad.
- Promover el gobierno abierto y la transparencia en la gestión pública
- Producir ahorros en los presupuestos municipales ya sea en el corto, el medio o el largo plazo.

Las dos líneas de trabajo cuentan con cofinanciación FEDER (Fondo Europeo de Desarrollo Regional) y se articulan mediante convenios de colaboración entre Red.es y los dos ayuntamientos andaluces y supondrán una movilización conjunta de un presupuesto de 1,5 millones de euros en cada una de las ciudades.

## ◆◆◆◆ 8.2 Casos de Éxito de Smart Cities

En este apartado se describen casos de éxito protagonizados por ciudades de todo el mundo, que tienen en común haber realizado una decidida apuesta por el concepto de Smart City.

### **Estocolmo**<sup>98</sup>

La ciudad de Estocolmo, a través de su estrategia Visio 2020, se está convirtiendo en una de las Smart Cities de referencia a nivel mundial. La capital sueca era una ciudad con un elevado volumen de tráfico, que afectaba no solo a los ciudadanos sino también a la economía, dado que no era sencillo hacer negocios o ir de compras en una ciudad totalmente colapsada.

Los gestores municipales plantearon un modelo de gestión inteligente del tráfico con tres objetivos fundamentales interrelacionados entre sí: reducir el tráfico, mejorar el transporte público y buscar la involucración ciudadana en todo el proceso. Para ello, en primer lugar, se integró un modelo de pago por peaje, que favorecía a aquellos que estaban menos tiempo en el centro de la ciudad o que accedían a horas con menos tráfico. En segundo lugar, se decidió que todo lo que se recaudara de esos peajes se destinara directamente a mejorar la red de transporte público de la ciudad y el acceso desde la periferia al centro. Finalmente, este modelo fue aprobado por los ciudadanos antes de su ejecución definitiva mediante la celebración de dos referéndums. Como resultado, Estocolmo pasó a ser una ciudad donde se pueden hacer negocios o ir de compras de manera más eficiente y, además, una ciudad menos polucionada y con una mejor calidad de vida. Con todo ello se ha reducido el tráfico en un 20%, ha disminuido el tiempo de espera en un 25% y ha recortado las emisiones en un 12%.

<sup>98</sup>-<http://international.stockholm.se/-/News-from-the-City-of-Stockholm/News/Stockholm---a-smart-city/>



Estocolmo destaca en la práctica totalidad de las magnitudes asociadas a la Smart City:

- **Sostenibilidad y medio ambiente.** La ciudad de Estocolmo fue nombrada por European Green Capital por la Comisión Europea en el año 2010.
- **Comunicaciones y TIC.** La ciudad disfruta de conectividad de banda ancha a través de redes fijas e inalámbricas de última generación. El 90 % de los edificios residenciales y el 100 % de los edificios de oficinas disponen de acceso a las redes de fibra óptica.
- **Personas.** Estocolmo presenta una de las más altas densidades de población con alta capacitación en nuevas tecnologías, y es el área de Suecia donde reside un mayor número de ciudadanos con formación superior.
- **Innovación y creatividad.** Con más de 20.000 empresas del sector TIC, y cerca de 100.000 empleos tecnológicos, Estocolmo es sede de uno de los más importantes clusters de la industria TIC a nivel mundial.
- **Movilidad y tráfico.** Estocolmo emplea sus amplias redes de comunicaciones para gestionar más eficientemente el tráfico de vehículos y ofrecer a los conductores información sobre las incidencias de la circulación.
- **Administración electrónica.** Los servicios de administración electrónica se utilizan de manera generalizada por parte de los ciudadanos. Así, más del 70 % de los estudiantes se matriculan online, y más del 90 % de las solicitudes de plazas de guardería se presentan y tramitan a través de la red.

## Singapur<sup>99</sup>

La ciudad de Singapur está creando un sistema energético inteligente (IES – Intelligent Energy System) que, mediante el flujo bidireccional de información en la red de suministro eléctrico, permite una reducción del consumo de energía en el entorno del 3%. El despliegue de los contadores inteligentes (*advanced metering infrastructures* – AMI) va acompañado de la extensión de una red de comunicaciones de fibra óptica de alta velocidad.

Singapur ha creado también una de las redes de transporte público más modernas, asequibles y utilizadas del mundo. Un día normal pueden llegar a coincidir casi tres millones de personas viajando en autobús y 1.600.000 en tren. Las opciones de pago de transporte público para el transporte ahora son más simples y flexibles y encajan mejor en el estilo de vida de los viajeros. IBM ha ayudado a crear un sistema de pago que ofrece al ciudadano diferentes tarjetas en función de sus necesidades de transporte, que además simplifica y agiliza el pago de las tarifas. Además, se ha producido un descenso del 80% en las mermas de ingresos como consecuencia del funcionamiento deficiente del sistema.

Singapur es considerada por el Banco Mundial como la mejor ciudad para hacer negocios, y la más adecuada para favorecer el crecimiento de las empresas. Este entorno favorable al desarrollo y a la actividad económica también hace de Singapur una Smart City.

<sup>99</sup>.-<http://www.gov.sg/government/web/content/govsg/classic/home>

## Río de Janeiro

La ciudad brasileña de Río de Janeiro se ha dotado de un Centro Inteligente de Operaciones<sup>100</sup> que proporciona información de los sistemas e infraestructuras más importantes de toda la ciudad, de tal forma que los gestores disponen de una visión integrada. Gracias a ello, se ha producido un descenso de un 30% en el tiempo de respuesta en casos de emergencia. El nuevo centro ayuda a las autoridades municipales a preparar la ciudad de cara a dos eventos de la magnitud de la Copa del Mundo de fútbol de 2014 y los Juegos Olímpicos de 2016.

Algunos datos del Centro:

- Es el primer centro del mundo que integra todas las etapas de la gestión de una crisis, lo cual proporciona una respuesta inmediata en situaciones de emergencia.
- 400 empleados en 3 turnos diferentes trabajan 24 horas al día los 365 días al año.
- Tiene instalados 300 monitores distribuidos en 100 salas diferentes.
- Se generan imágenes de la ciudad con aproximadamente 200 cámaras.
- 70 controladores vigilan la ciudad con imágenes en alta resolución.
- Tecnología de control por Google Earth.
- Integración en tiempo real de 30 departamentos y organizaciones gubernamentales.
- Toma de decisiones basada en 215 puntos de acción diferentes.
- Sala de control con la pantalla más grande de América Latina (80 metros cuadrados).

Dentro del Estado de Río de Janeiro, la municipalidad de Búzios<sup>101</sup> está desarrollando un proyecto de Smart City orientado a la eficiencia energética, con la participación de la filial local de Endesa.

SmartCity Búzios	
<b>Entidades implicadas:</b> Ampla (filial de Endesa en Brasil), Alcaldía de Búzios, Estado de Río de Janeiro	<b>Mecanismo de financiación inicial:</b> Financiación privada Endesa (15 millones de euros) y convenio con ANEEL.
<b>Descripción del proyecto:</b> SmartCity Búzios es una ciudad proyectada para ser un referente en el consumo eficiente de la energía eléctrica. Prevé la conversión de la red de distribución en una red más inteligente, con contadores digitales y una automatización capaz de integrar toda la generación existente, los nuevos generadores renovables y el vehículo eléctrico. Tiene como objetivo demostrar la viabilidad de un amplio conjunto de tecnologías avanzadas y sostenibles para hacer posible un nuevo modelo de gestión energética, promover el consumo inteligente y contribuir a la reducción de emisiones de CO2.	

100.-<http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/33303.wss>

101.-<http://www.endesasmartgrids.com/index.php/es/smartcities/buizos>

**Servicios desarrollados:**

Conversión de la red de distribución en una red más inteligente, por medio de iniciativas tales como:

- Despliegue de contadores inteligentes, como inicio de la puesta en marcha del sistema de Telegestión
- Posibilidad de aplicación de tarifas diferenciadas de acuerdo con el horario de consumo
- Implantación de alumbrado público eficiente, con 30 elementos de tecnología LED
- Fomento de la eficiencia energética en instalaciones de edificios públicos, permitiendo controlar el consumo en tiempo real
- Optimización de la gestión de la red, con ventajas como minimizar el impacto de incidencias en el suministro
- Habilitar infraestructura de recarga para coches y bicicletas eléctricas
- Integración de generación distribuida a partir de energías renovables, de naturaleza solar y eólica

**Mecanismos de sostenibilidad económica de los servicios:**

- Mayor incentivo a la eficiencia energética en los edificios, posibilitando controlar el consumo por ambiente y por aparato. Seguimiento en tiempo real por parte del consumidor de los gastos con energía eléctrica.
- Los sistemas de control remoto permitirán realizar ajustes automáticos en tiempo real en la red de distribución, con lo que se obtiene una nueva forma de gestión de la energía y un mejor servicio.
- Más eficiencia del sistema y del consumo de energía, reduciendo las emisiones de CO<sub>2</sub>, con menos impacto en el medio ambiente.
- El consumidor será capaz de producir y vender energía desde de su domicilio a las concesionarias distribuidoras de energía.

**Resultados obtenidos:**

La inauguración de SmartCity Búzios se produjo el 21 de noviembre de 2012, está previsto que tenga 3 años de duración, con lo que aún es temprano para poder valorar la actuación.

SmartCity Búzios cuenta con un Centro de Control y Monitorización en la zona de despliegue, que opera también como espacio demostrativo de las iniciativas que se están desarrollando. Este centro recoge la información, en tiempo real, de los servicios desplegados en materia de recarga de vehículos eléctricos, iluminación eficiente, uso de la energía, generación renovable, etc. Todo esto permite realizar el registro, seguimiento y análisis de la información relacionada con estas iniciativas, y la evaluación técnico-económica de su viabilidad, líneas futuras, etc.

**Proyectos futuros:**

Tras la fase de pruebas y de análisis, y gracias a los estudios correspondientes antes señalados, se podrán definir nuevas líneas de investigación, desarrollo e implantación, en base a la experiencia y el conocimiento adquiridos y a la infraestructura desplegada.

## Málaga<sup>102</sup>

La ciudad de Málaga<sup>103</sup> está desarrollando su proyecto de Smart City con el foco puesto en la eficiencia energética. Así, el proyecto se ha fijado como objetivo la reducción de 6.000 toneladas anuales de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, y de un 20 % del consumo de energía. Para ello, se adoptan medidas como la introducción de vehículos eléctricos y la transformación de la red de distribución en una smart grid.

<b>Nombre del proyecto: SmartCity Málaga</b>	
<p><b>Entidades implicadas:</b></p> <p>Consortio liderado por Endesa, formado por las 11 empresas más destacadas del sector: Endesa, Enel, GPTech, Isotrol, IBM, Sadiel, Acciona, Ingeteam, Ormazábal, Telvent, Neo Metrics.</p> <p>Cuenta con el apoyo del CDTI, la Junta de Andalucía y el Ayuntamiento de Málaga.</p> <p>Colaboración de organismos de investigación: AICIA, CIEMAT, CIRCE, FIDETIA, Fundación Universidad de Oviedo, Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial, IREC, Labein-Tecnalia, Universidad de Córdoba, Universidad de Málaga, Universidad de Mondragón, Universidad Politécnica de Madrid, Universidad Pontificia Comillas, Centro de Transferencia Tecnológica La Salle</p>	<p><b>Mecanismo de financiación inicial:</b></p> <p>El proyecto está financiado el Fondo Tecnológico FEDER (2007-2013), a través del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) del Ministerio de Ciencia e Innovación</p> <p>De los cerca de 31 millones de euros de presupuesto, alrededor del 70% corresponden a aportación del CDTI. Esta aportación se divide entre una parte reembolsable y otra no reembolsable, del 33% y el 67% respectivamente.</p>
<p><b>Descripción del proyecto:</b></p> <p>El proyecto SmartCity Málaga es un demostrador real de una Smart Grid, donde se integran muy diversas tecnologías en la Red Eléctrica de Distribución y se analiza cómo el modelo energético actual puede evolucionar hacia la sostenibilidad con la ayuda de estas soluciones tecnológicas. El principal objetivo es disminuir el impacto sobre el medioambiente, incrementando la utilización de fuentes de energía renovables, aumentando la eficiencia energética, acercando la generación al consumo y fomentando el consumo racional y eficiente, de acuerdo a los objetivos europeos para 2020.</p>	
<p><b>Servicios desarrollados:</b></p> <p>En primer lugar, cada punto donde se consume energía a gran escala, donde se genera o donde se almacena, es monitorizado a través de una red de telecomunicaciones de tecnología PLC, de forma que se dispone de un control directo y en tiempo real de lo que acontece en la red, haciendo posible optimizar el uso de la energía, reducir pérdidas de energía, mejorar la respuesta en caso de incidencias y seguir ofreciendo un servicio de calidad.</p> <p>En segundo lugar, todos los usuarios de la zona de La Misericordia, donde se desarrolla el proyecto, cuentan con los nuevos contadores inteligentes de Telegestión, a lo que hay que unir un grupo de 11 edificios y grandes clientes y 50 colaboradores residenciales que disponen de aplicaciones de eficiencia energética, es decir, sistemas que les</p>	

102.-<http://www.smartcitymalaga.es/>

103.-<http://www.endesasmartgrids.com/index.php/es/smartcities/malaga-espana>

permiten monitorizar y controlar en tiempo real y vía internet su consumo eléctrico. Estas soluciones componen el complemento perfecto para la Telegestión, cuyos contadores inteligentes se encuentran instalados para la práctica totalidad de los más de 12.000 clientes de la zona.

En tercer lugar, y no por ello menos importante, se ha desarrollado una microgrid, esto es, una parte de la red capaz de ser autosuficiente, donde la demanda energética de alumbrado público es satisfecha con energías renovables, gracias a una serie de aerogeneradores, sistemas fotovoltaicos y equipos de almacenamiento instalados en el Paseo Marítimo. A esto hay que unir la integración de un punto de recarga para vehículos eléctricos, habilitado para la innovadora tecnología V2G, capaz no sólo de cargar baterías, sino también de emplear la energía disponible e inyectarla de vuelta en la red.

Entre los servicios desarrollados también se cuenta con la automatización de la red en BT y MT, de manera que más de 20 de los 72 Centros de Distribución de la zona cuentan con equipos para la telemetría avanzada, el telecontrol y posibilidades de operación descentralizada, en coordinación con el Centro de Control de la Red, multiplicando la flexibilidad y la robustez de la red de distribución para los nuevos requerimientos.

#### **Mecanismos de sostenibilidad económica de los servicios:**

Por un lado, muchos de los servicios desplegados no vienen sino a mejorar y optimizar la red, por lo que pasan a ser equipos completamente integrados en la red de distribución de Endesa. Por otro lado, muchas iniciativas quedan encuadradas en las labores investigadoras del proyecto, como es la gestión de la generación renovable distribuida en la zona, o la implementación de sistemas de gestión activa de la demanda.

#### **Resultados obtenidos:**

En SmartCity Málaga se ha completado una batería de iniciativas dirigidas a la consecución de tres grandes objetivos últimos: reducir un 20% las emisiones de CO<sub>2</sub> en la zona, conseguir una eficiencia energética del 20% y alcanzar una generación procedente de fuentes renovables del 20% sobre la demanda registrada.

Los datos obtenidos son objeto de análisis para evaluar la viabilidad técnico-económica de las soluciones implementadas, así como para hacer un estudio de coste-beneficio de todas ellas.

Algunas de las cifras que pueden destacarse son: la monitorización de más de 10 MW de generación renovable procedentes de unidades solares fotovoltaicas, eólicas y de cogeneración; el control de más de 120 kWh de almacenamiento repartidos en dos emplazamientos; la puesta en marcha de soluciones de eficiencia en alumbrado público en más de 200 elementos, comprendiendo, por ejemplo, la instalación de sistemas de control punto a punto o la sustitución de lámparas por otras de tecnologías de consumo hasta un 65% menor.

#### **Proyectos futuros:**

Durante el ejercicio 2012 se han llevado a cabo las actuaciones previstas para concluir el proyecto financiado por CDTI y bajo la modalidad de Consorcio, que englobaba a las 11 empresas arriba mencionadas, bajo el liderazgo de Endesa. Las acciones desarrolladas, orientadas a la integración de las Smart Grids, han supuesto la conformación de un excelente laboratorio de pruebas de nuevas tecnologías, sistemas y servicios, con la exclusividad de tratarse de un entorno completamente real con más de 11.000 clientes residenciales y 1.200 industriales y de servicios.

## Barcelona<sup>104</sup>

La ciudad de Barcelona se ha establecido como objetivo el desarrollo de un modelo estandarizado y replicable de Smart City, mediante el diseño de cada uno de los elementos que la integran: los modelos de servicios, las redes de sensores y de comunicaciones, la plataforma de gestión de los servicios, etc.<sup>105</sup>. Además, Barcelona está desarrollando políticas de apoyo al vehículo eléctrico, asociadas a la actividad de la plataforma público-privada de promoción de la movilidad eléctrica.

Smartcity Barcelona	
<b>Entidades implicadas:</b> Endesa, Ayuntamiento de Barcelona, Visoren, otras empresas colaboradoras.	<b>Mecanismo de financiación inicial:</b> Financiación privada Endesa (100 millones de euros), Programa de Patrocinio (Municipalidad, proveedores de equipos, contratistas, otras partes interesadas)
<b>Descripción del proyecto:</b> <p>Desarrollo de una novedosa red inteligente, que permita un mayor ahorro y una gestión eficiente y sostenible. De esta manera, se prepara la ciudad para un modelo energético de futuro, basado en valores que persiguen el progreso económico y social del entorno y una mayor eficiencia energética. La modernización de la red permitirá facilitar y aumentar la capacidad de previsión y adaptación del consumo, comportando un ahorro económico al ciudadano y, a su vez, una reducción de la emisión de gases como el CO<sub>2</sub> o el NO<sub>x</sub>.</p> <p>Los objetivos del proyecto van más allá de la mejora del sistema eléctrico independiente del uso. Las reformas también comprenden trabajos para impulsar nuevos usos más eficientes y sostenibles de la energía en beneficio del ahorro y el progreso sostenible del entorno.</p> <p>Uno de los planes de mejora es el que involucra el vehículo eléctrico, del que Barcelona es uno de los impulsores a través de acciones como la creación de la primera "isla de energía" Endesa y el proyecto MOVELE. Desde el centro de control instalado en la casa solar se gestionan los puntos de recarga instalados.</p> <p>En cuanto a otros usos eficientes de la energía eléctrica, el proyecto también incluye la puesta en marcha de nuevos sistemas de alumbrado público que son capaces de unir un cómodo tránsito por la vía urbana, una reducción importante de la contaminación lumínica y un menor uso de recursos energéticos. Esto se conseguirá con la implementación de tecnología LED de última generación como la desarrollada por el Grupo Enel.</p> <p>Dentro de este mismo proyecto, Endesa trabaja para aplicar los conceptos de eficiencia y sostenibilidad no sólo en entorno público sino también en edificios y redes propias, integrando también la energía producida por fuentes renovables y su almacenamiento inteligente (micro grids).</p> <p>En su primera fase, estas reformas beneficiarán directamente a 50.000 clientes, así como indirectamente, el desarrollo integral de Barcelona. De los clientes directos, se calcula que hay aproximadamente 43.000 domésticos, 600 industriales y 6.400 de servicios. En total, se trabajará con una red que comprende 7 subestaciones, 85 líneas de media tensión, 588 centros de distribución y una potencia contratada de 527.000 kW.</p>	
<b>Servicios desarrollados:</b> <p>Con la finalización de la Fase I en 2012 Endesa ha instalado en los clientes incluidos en el proyecto nuevos telecontadores, que permitirán un mayor conocimiento y optimización del consumo por parte del cliente.</p> <p>Así mismo, Endesa inauguró el centro de control de gestión de la red eléctrica involucrada en el proyecto. El Centro de Control de Smartcity Barcelona es un innovador edificio solar, diseñado por el Instituto de Arquitectura Avanzada de Cataluña y promovido por Visoren. Se trata de un pabellón diáfano, ligero y</p>	

104.-<http://smartbarcelona.cat/es/>

105.-<http://www.endesasmartgrids.com/index.php/es/smartcities/barcelona>

<p>desmontable, de 154m<sup>2</sup>, con una estructura modular formada por pórticos de madera laminada y cubierta fotovoltaica, que produce la energía que necesitan 12 viviendas tipo 100 kWh</p>
<p><b>Mecanismos de sostenibilidad económica de los servicios:</b></p> <p>Se han desarrollado sistemas para la eficiencia energética en cada uno de los grupos de trabajo, todos ellos focalizando en la optimización de las redes actuales, el consumo eficiente y la integración tanto de las renovables como de cualquier usuario de la red.</p> <p>Los sistemas de gestión activa de la demanda que se han instalado proporcionan tanto a la comercializadora como a la distribuidora, por medio de un nuevo agente agregador de cargas, la posibilidad de gestionar eficientemente y de una manera más rentable el consumo de la energía de los clientes vinculados.</p>
<p><b>Resultados obtenidos:</b></p> <p>SmartCity Barcelona cuenta con un Centro de Control y Monitorización en la Villa Olímpica, instalado en una casa eficiente, cuya producción de energía renovable proviene de las placas situadas en la cubierta y sirve para alimentar todos los consumos internos y que opera también como espacio demostrativo de la ciudad inteligentes que se está desarrollando en Barcelona.</p> <p>Este centro recoge la información, en tiempo real, de los servicios desplegados en materia de recarga de vehículos eléctricos, iluminación eficiente, sensores para variables medioambientales, generación renovable, etc. Todo esto permite realizar un análisis de viabilidad técnico-económica y de coste-beneficio de todas y cada una de las iniciativas acometidas.</p>
<p><b>Proyectos futuros:</b></p> <p>La Fase II se encuentra en diseño actualmente.</p>

## Santander<sup>106</sup>

La ciudad de Santander se ha centrado en la aplicación del concepto de Internet de las Cosas y de Internet del Futuro. El proyecto SmartSantander se encuadra dentro del 7º Programa Marco financiado por la Comisión Europea y, específicamente, bajo la iniciativa FIRE (Future Internet Research and Experimentation). SmartSantander propone una plataforma experimental de investigación para el desarrollo de aplicaciones y servicios asociados a una ciudad inteligente. En la doble vertiente experimentación-servicio perseguida por el proyecto, éste además provee a la comunidad científica internacional de un banco de pruebas de estas características único y disponible a gran escala para la experimentación y la evaluación de los conceptos de la Internet de las Cosas (IoT) bajo condiciones reales. En este sentido, la plataforma está concebida como un instrumento esencial para lograr el liderazgo de la Unión Europea en el desarrollo de tecnologías para la Internet de las Cosas (IoT).

El proyecto prevé el despliegue de un total de 20.000 sensores, instalados en las ciudades de Belgrado, Guildford, Lübeck y Santander, con la finalidad de la explotación de una amplia variedad de tecnologías. En Santander se realizará la mayor parte del despliegue con la instalación de con 12.000 sensores.

La plataforma desarrollada será atractiva para todos los grupos de interés (stakeholders) involucrados: empresas, comunidades de usuarios, otras entidades que desean usar la plataforma experimental para despliegues y evaluaciones de nuevos servicios y aplicaciones, así como investigadores en Internet que pueden validar sus nuevos desarrollos tecnológicos (protocolos, algoritmos, interfaces de radio, etc.).

<sup>106</sup>-<http://www.smartsantander.eu/>

Las principales funciones y objetivos perseguidos por el proyecto son los siguientes:

- 1.-Validación de los diferentes enfoques a la arquitectura de la IoT.
- 2.-Evaluación de los principales bloques constituyentes de la arquitectura IoT, en particular, interacción y gestión de protocolos y mecanismos de IoT, tecnologías de dispositivos, y servicios de soporte claves como descubrimiento, gestión de identidad y seguridad.
- 3.-Evaluación de la aceptación social de las tecnologías y servicios de IoT.

Dentro del proyecto, se han desplegado varios casos de uso dentro de la ciudad, que se detallan a continuación:

- Monitorización medioambiental estática: Alrededor de 2.000 dispositivos IoT se han instalado, la mayoría en el centro de la ciudad, para medir varios parámetros medioambientales, tales como la temperatura, CO, ruido, luz.
- Gestión de aparcamiento en vía pública: Casi 400 sensores de aparcamiento basados en tecnología ferromagnética se han enterrado bajo el asfalto de las principales áreas de aparcamiento de la ciudad, con el objetivo de detectar aparcamientos libres en tiempo real.
- Monitorización medioambiental móvil: Para extender el mencionado caso de uso de monitorización medioambiental estática, además de los sensores estáticos, se han instalado dispositivos de monitorización medioambiental en 150 vehículos públicos, incluyendo autobuses, taxis y coches de policía.
- Monitorización de la intensidad del tráfico: Alrededor de 60 dispositivos se han colocado en las principales entradas de la ciudad de Santander para medir parámetros del tráfico, como el volumen de tráfico, la ocupación de la calle, velocidad de los vehículos o el tamaño de las colas. Esto permitirá una gestión del tráfico más eficaz por los gestores públicos.
- Sistema de guiado a aparcamientos en vía pública: Utilizando la información provista por los sensores de aparcamiento, 10 paneles colocados en las intersecciones de las calles principales han sido instalados para guiar a los conductores hacia los aparcamientos públicos gratuitos.
- Riego de parques y jardines: Alrededor de 50 dispositivos han sido instalados en dos zonas verdes de la ciudad, para monitorizar parámetros de irrigación, tales como temperatura y humedad, pluviómetro y anemómetro, para hacer la irrigación tan eficiente como sea posible.

Además de estos seis casos de uso, dos aplicaciones dirigidas a los ciudadanos y desarrolladas para las principales plataformas móviles han sido realizadas:

■ **Realidad Aumentada:** Alrededor de 2000 etiquetas RFID/código QR conjuntas, se han desplegado con el fin de ofrecer la posibilidad de etiquetar diferentes puntos de interés dentro de la ciudad, como lugares públicos, puntos de interés turístico, tiendas. A pequeña escala, el servicio provee la oportunidad de distribuir información dentro del entorno urbano como información basada en la localización, en función del número de lecturas realizadas sobre una determinada etiqueta.

■ **Recogida de información participativa:** En este escenario, los usuarios utilizan sus teléfonos móviles para enviar información asociada a los propios sensores del teléfono (dependiendo del modelo y fabricante), tales como las coordenadas GPS, la brújula, la temperatura ó el ruido, alimentando esta información a la plataforma de SmartSantander. Los usuarios también pueden suscribirse a servicios como “el pulso de la ciudad”, donde pueden recibir alertas relativas a eventos que ocurran en la ciudad, y a los que se hayan suscrito. Además, los usuarios también pueden reportar la ocurrencia de ciertos eventos, que serán recibidos por otros usuarios suscritos a ese tipo de evento correspondiente.

A partir de los servicios previamente descritos, diferentes empresas, centros de investigación, universidades pueden beneficiarse y tomarlo como base para plantear soluciones avanzadas que mejoren los servicios provistos, repercutiendo en una mejora para los ciudadanos.

SmartSantander presenta una plataforma única en el mundo, con una amplia cantidad de dispositivos desplegados a escala global de una ciudad para el desarrollo de aplicaciones y servicios asociados a una ciudad inteligente. Esta plataforma es suficientemente abierta y flexible para permitir la federación con otras plataformas de experimentación en investigación avanzada en tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) y evaluaciones realistas de aceptación entre usuarios.

Para la investigación y experimentación sobre la plataforma desplegada, el proyecto habilita un mecanismo denominado llamadas abiertas (open calls), donde el proyecto elige entre diferentes propuestas presentadas, aquellas más convenientes, siendo financiadas por el proyecto y entrando las empresas, universidades,..., correspondientes a formar parte del consorcio durante la duración del experimento propuesto. De esta forma, además de su vertiente científica e innovadora, las empresas contarán ahora con una plataforma para experimentar tecnologías y servicios que luego pueden comercializar.

El proyecto SmartSantander está aportando un desarrollo científico de primer nivel, pero además supone importantes beneficios para los ciudadanos de Santander, que pueden utilizar las tecnologías desarrolladas, existiendo actualmente dos aplicaciones móviles para ciudadanos anteriormente descritas y relacionadas con la Realidad Aumentada (SmartSantanderRA) y con la Recogida participativa de información (Pulso de la Ciudad). Amabas aplicaciones se encuentran disponibles tanto para el sistema operativo Android, como para iOS, a través de Google Play y de Apple Store, respectivamente. El alcance del proyecto dota también a la ciudad de gran visibilidad y atractivo internacional, además de abrir oportunidades para emprendedores que quieran aprovechar la tecnología desplegada.

El coordinador del proyecto SmartSantander es Telefónica I+D (España) y el coordinador científico es la Universidad de Cantabria (España). El resto de participantes son el Ayuntamiento de Santander (tiene un papel muy relevante por aportar la ciudad para el proyecto y representar

a los ciudadanos), Alcatel-LucentItalys.p.a. (Italia), Alcatel-LucentSpain S.A. (España), Ericsson d.o.o. (Serbia), TTI Norte (España), University of Surrey (Reino Unido), Universität zu Lübeck (Alemania), Lancaster University (Reino Unido), Commissariat à l’Energie Atomique (Francia), Computer Technology Institute (Grecia), Alexandra Instituttet A/S (Dinamarca), Sociedad para el Desarrollo de Cantabria (España) y la University of Melbourne (Australia).

<b>Nombre del proyecto: SmartSantander</b>	
Entidades implicadas: 15 organizaciones de 9 países (EU+Australia). Telefónica, Ayuntamiento de Santander, Universidad de Cantabria, Otras Universidades (Melbourne, Surrey, Lübeck, Lancaster), Ericsson, Alcatel-Lucent, CEA, TTI, CTI, Alexandra Institute. Se han incorporado 9 miembros más a través de las Open Calls.	Mecanismo de financiación inicial: Presupuesto 8,76 M€, Subvención de 6M€
Descripción del proyecto: SmartSantander es una ciudad laboratorio para la investigación y la experimentación de arquitecturas, servicios y aplicaciones del internet de las cosas.	
Servicios desarrollados: Smart Parking (sensorización de zonas de estacionamiento regulado), Estaciones Meteorológicas (medición de temperatura, presión y sustancias en el aire), Realidad Aumentada (aplicación sobre iOS y Android) de información al ciudadano, Sensado participativo (el móvil del ciudadano como sensor), Monitorización de la Intensidad del tráfico en las principales arterias, Gestión y riego de parques y jardines, Monitorización medioambiental y gestión del transporte público.	
Mecanismos de sostenibilidad económica de los servicios: Reaprovechamiento de las infraestructuras de comunicaciones, sensores y plataformas gracias a la estandarización e interoperabilidad.	
Resultados obtenidos: Validación del modelo de arquitectura del IoT (Internet of Things) Evaluación de los módulos de la arquitectura (interacción y protocolos de gestión, dispositivos o servicios básicos como la seguridad, la gestión de identidades....) Evaluación de la aceptación social de las tecnologías y servicios del IoT Plataforma operativa para la experimentación en un escenario real de nuevas tecnologías y servicios en el ámbito de las Smart Cities. Servicios experimentales con participación ciudadana. Pilotos de los servicios mencionados, que se están optimizando para su explotación.	
Proyectos futuros: Las Call de 2013 irán enfocadas hacia las TIC aplicadas a los retos sociales (eHealth o mHealth, eGobierno, eParticipación o eDemocracia, eInclusión, Sostenibilidad medioambiental....) infraestructuras y tecnología emergentes (smart grids, living labs, Cloud computing, Aplicaciones para móviles, RFID, Gestión de Seguridad...).	

## Madrid

La ciudad de Madrid tiene operativos numerosos proyectos que cabría calificar de Smart City centrados en los servicios a los ciudadanos, la seguridad, la sostenibilidad ambiental y la movilidad. Son ejemplos de proyectos Smart

1.-En el campo de los servicios a los ciudadanos, el servicio de teleasistencia domiciliar que atiende a más de 120.000 personas mayores, uno de los servicios mejor valorados por los madrileños.

2.-En materia de seguridad, el Centro Integrado de Seguridad y Emergencias de Madrid (CISEM) coordina los servicios de Bomberos, Policía Municipal, SAMUR, Protección Civil y Agentes de Movilidad, que ha conseguido tiempos de respuesta menores a 8 minutos para la policía y los bomberos, y menores a 7 minutos para el SAMUR.

3.-En el campo de la movilidad, las grandes infraestructuras de Madrid se han visto acompañadas de complejos sistemas de gestión.

■ La gestión integral de la flota de autobuses urbanos de la EMT. Este proyecto comenzó en 2007 y permite la localización continua, instantánea y automática de los 2.100 autobuses de la EMT desde el Puesto Central de Control. Además, la EMT suministra información en tiempo real a través de numerosos canales e incluso través de una plataforma de datos abiertos disponible para desarrolladores.

■ El Centro de Gestión de la Movilidad, inaugurado en el año 1968, que permite conocer hoy el estado de la circulación en tiempo real y reducir las congestiones de tráfico, proporcionando información a través de un sistema multicanal.

4.-En el campo de la sostenibilidad, Madrid ha sido reconocida como la ciudad más sostenible de España según el estudio realizado por KPMG<sup>107</sup>. Son proyectos destacados.

■ El plan de uso sostenible de la energía en edificios municipales.

■ El Telecontrol de las infraestructuras hidráulicas asociadas al Río Manzanares gestiona –de forma automática– las presas de regulación del río.

■ El reciclaje y valorización de residuos que se realiza en el Parque Tecnológico de Valdemingómez.

El nuevo Plan General de Ordenación Urbana<sup>108</sup>, actualmente en fase de elaboración, recogerá todos estos desafíos que plantea el futuro de la ciudad, un Madrid Smart, concebido en torno a cinco pilares: habitabilidad, eficiencia energética, recursos tecnológicos, iniciativa económica e innovación empresarial.

<sup>107</sup>-<http://gobernalocal.files.wordpress.com/2012/11/25ciudadesespac3b1olassostenibles.pdf>

<sup>108</sup>-<http://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Ayuntamiento/Urbanismo-e-Infraestructuras/Revision-del-Plan-General/Presentacion?vgnextfmt=default&vgnextchannel=663b3a70b7974310VgnVCM1000000b205a0aRCRD>



### **Burgos**

El enfoque en el ciudadano así como la gestión interna eficiente constituyen los pilares del proyecto Smart City de Burgos. La ciudad ha desplegado una red de comunicaciones que integra fibra óptica y comunicaciones inalámbricas mediante WiMAX para la red troncal y WiFi para el acceso final. Con base en esta red, Burgos ha reducido sus costes de gestión utilizándola para la implementación de servicios de autoprestación, proporciona acceso gratuito a Internet a sus ciudadanos tanto en todas sus calles y plazas como en los edificios municipales, e integra servicios municipales como el alquiler de bicicletas o servicios de información ciudadana acerca de eventos en la ciudad. Próximos pasos incluyen, a modo de ejemplo, el despliegue de servicios de seguridad basados en vídeo vigilancia inteligente o sistemas digitales y automáticos de gestión de los espacios públicos de aparcamiento.

### **Buenos Aires**

La ciudad de Buenos Aires ha entrado en el mundo de las Smart Cities poniendo el foco en el acceso a la Sociedad de la Información por parte de sus ciudadanos. Buenos Aires ha desplegado la mayor red de acceso público gratuito a Internet existente en la actualidad en Latinoamérica, la cual cubre una gran parte de la metrópolis así como la red de metro de Buenos Aires.

### **Gijón**

La ciudad de Gijón, en Asturias, cuenta con uno de los más avanzados servicios de identificación de ciudadanos. A través de una única tarjeta ciudadana, los residentes en la ciudad pueden acceder a servicios variados como el acceso gratuito a Internet a través de la red WiFi de la ciudad, alquiler de bicicletas públicas, acceso a la oficina virtual de ciudadanos, acceso al transporte público, piscinas, centros de arte o los servicios de las bibliotecas, entre otros.

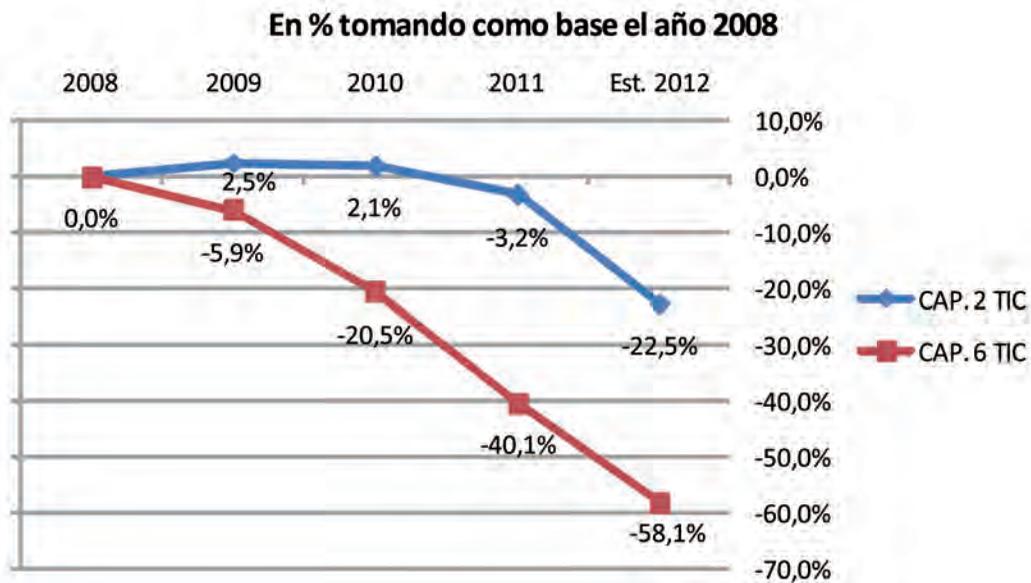
### **Marsella**

La ciudad de Marsella ha puesto el transporte en el centro de su desarrollo como Smart City. Mediante la entidad de gestión del transporte público ha implantado una red de comunicaciones que aporta tanto conexión gratuita para los pasajeros como otros servicios de cara a mejorar la calidad y seguridad del transporte, entre los que destacan un sistema de vídeo vigilancia inteligente en tiempo real o el servicio de autoprestación de la gestión geolocalizada de la flota de autobuses. El plan de mejora incluye iniciativas como la implantación de la tecnología de Near Field Communication (NFC) para el acceso de los ciudadanos a un conjunto inicial de 22 servicios públicos diferentes.

## ◆◆◆◆◆ 8.3 La financiación de la Smart City

En el actual entorno de restricciones presupuestarias y de reducción del déficit, la financiación de ambiciosos proyectos de Smart City con los mecanismos tradicionales de contratación se antoja muy complicada.

De hecho, desde 2008 se ha producido una reducción de más del 60% en las inversiones TIC en el sector público español, ámbito en el que se engloba un proyecto de Smart City, y, dada la necesidad de mantenerse dentro de los límites de déficit permitidos, es muy probable que los presupuestos continúen reduciéndose en los próximos años. Los ajustes presupuestarios en el sector TIC han sido mayores en el capítulo de inversiones (capítulo 6) que en el de gastos (capítulo 2) tal como puede ver verse en el gráfico adjunto.



Por ello es el momento de actuar con imaginación y buscar modelos alternativos que permitan afrontar este tipo de actuaciones sin incrementar el déficit público. Entre estos modelos cobra especial interés la fórmula de contratación en base a la Colaboración Público Privada (CPP). En España, el Foro de Colaboración Público Privada en materia TIC, [www.forocpptic.es](http://www.forocpptic.es), que cuenta con la participación de relevantes agentes del ámbito público y privado está realizando una serie de actuaciones de promoción de esta fórmula de contratación en diferentes ámbitos, entre los que se encuentra el de Smart City.

La CPP es un concepto que engloba diferentes formas de cooperación entre el Sector Público y el Sector Privado en lo relativo a la contratación de infraestructuras y servicios para mantener la actividad y fomentar la innovación en las empresas tecnológicas a la vez que se mejoran y evolucionan los servicios públicos garantizando la sostenibilidad presupuestaria.

Esta fórmula no debe aplicarse sólo a las infraestructuras tradicionales como son los edificios (hospitales, escuelas, prisiones, etc.) o las autopistas, sino también para la creación de otro tipo de infraestructuras como son las tecnológicas que, hoy por hoy, se hacen tan necesarias o más como las anteriores para asegurar la modernización y el progreso del país. Este nuevo tipo de infraestructuras son fundamentales para el desarrollo futuro de la sociedad y las CPP constituyen una potente herramienta para su impulso.

En el ámbito de la Smart City las fórmulas CPP tienen un potencial de aplicación muy amplio y son una herramienta adicional que tenemos a nuestra disposición para el desarrollo de proyectos, aprovechando el amplio espectro y el conocimiento generado en otras áreas.

En la actualidad en España existe un tejido empresarial, financiero, de asesores y de experiencia que permite afrontar proyectos de mayor complejidad y aplicados a nuevos ámbitos como el de la Smart City, afrontando la utilización de estos modelos en sectores de actividad pública que van a tener un gran potencial en el futuro y en los que hasta la fecha no se han utilizado.

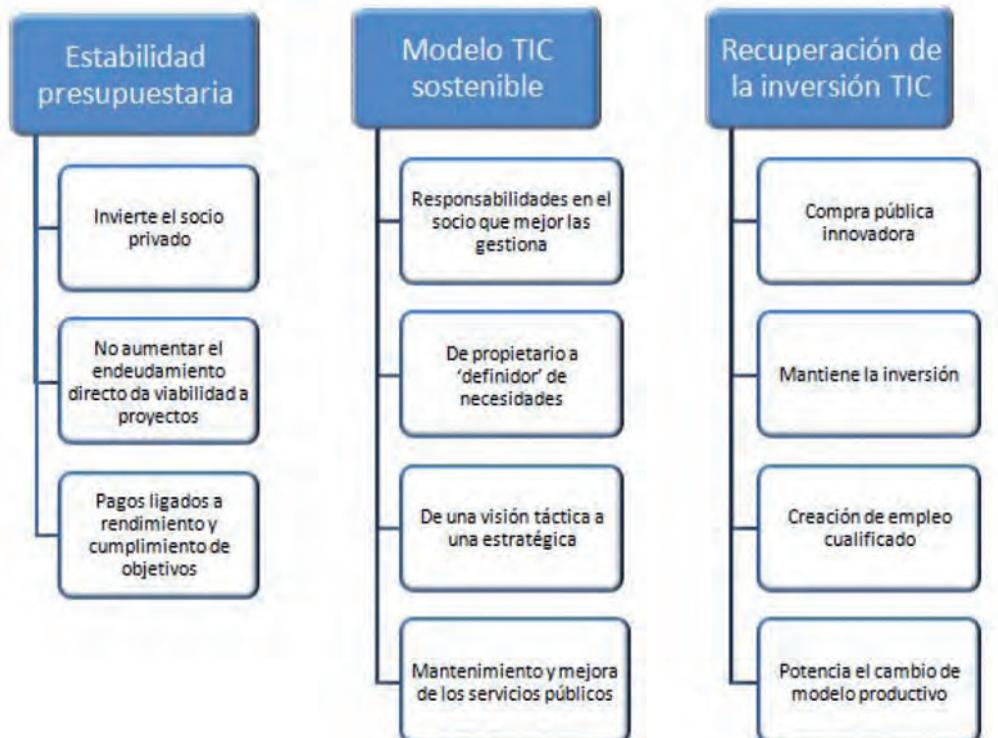
La Comisión Europea recomienda este tipo de fórmulas de contratación cuyos beneficios van más allá de los puramente financieros ya que este tipo de fórmulas favorecen la innovación y permiten acelerar el desarrollo de nuevos servicios, de más calidad y con un mayor impacto social.

En este contexto la CPP en el ámbito de las TIC adquiere un mayor atractivo porque permite sostener las inversiones en un nivel más adecuado. Es una herramienta especialmente interesante en el ámbito de Smart City dado que este tipo de actuaciones exigen unas fuertes inversiones iniciales.

Pero las ventajas de una fórmula de contratación CPP no se limitan al ámbito presupuestario. Las fórmulas CPP permiten:

- Aunar el conocimiento tecnológico del que dispone el sector privado en este ámbito con el conocimiento de las necesidades de que dispone el sector público.
- Abordar un proyecto de envergadura y que exige fuertes inversiones tecnológicas.
- Fomentar un tejido empresarial innovador en un área de mucho futuro.
- Ofrecer mecanismos de reparto de riesgos que se ajustan bien a un proyecto de estas características.
- Abordar el proyecto con un mecanismo de contratación innovador y de futuro en un área que tiene poca historia y, por tanto, pocos condicionantes previos.

Estas ventajas se reflejan en el siguiente esquema:



Desde un punto de vista más conceptual que formal, un contrato de CPP conlleva una serie de fases hasta que finaliza su ejecución. La siguiente tabla muestra un resumen de dichas fases y los principales aspectos que incluyen cada una de ellas.

FASE		PASOS A SEGUIR
0	DECISIÓN PRELIMINAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo multidisciplinar inicial</li> <li>• Naturaleza y dimensión de las necesidades a satisfacer</li> <li>• Régimen Jurídico</li> <li>• Organismo contratante</li> <li>• Inventario de la situación previa al CCPP</li> <li>• Inversiones y costes operativos</li> <li>• Verificación inicial cumplimiento normas ESA'95</li> </ul>
1	ACTUACIONES PREPARATORIAS E INICIO DE EXPEDIENTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliación del equipo multidisciplinar</li> <li>• Contratación de asesores externos</li> <li>• Calendario de trabajo</li> <li>• Documento de descripción del proyecto</li> <li>• Modelo Económico-Financiero</li> <li>• Verificación de cumplimiento ESA'95 para no cómputo a déficit</li> <li>• Constitución de la Mesa Especial de DC</li> <li>• Documento de Evaluación Previa</li> <li>• Aprobación Documento de Evaluación Previa</li> <li>• Elaboración del Anuncio de Licitación</li> <li>• Documento Descriptivo y Programa Funcional</li> <li>• Estrategia y modelo de gestión del contrato</li> <li>• Borrador de contrato</li> <li>• Aprobación de Expediente</li> </ul>
2	ADJUDICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Publicación del anuncio</li> <li>• Recepción solicitudes candidatos</li> <li>• Calificación documentación candidatos</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación solicitudes candidatos</li> <li>• Notificación candidatos admitidos al DC</li> <li>• Desarrollo del DC</li> <li>• Documentos finales oferta</li> <li>• Fiscalización e informe de los servicios jurídicos</li> <li>• Aprobación del gasto</li> <li>• Cierre del DC</li> <li>• Solicitud ofertas finales a licitadores</li> <li>• Evaluación de ofertas</li> <li>• Propuesta de adjudicación</li> <li>• Adjudicación</li> <li>• Formalización del contrato</li> <li>• Due diligence financiadores</li> <li>• Cierre financiero</li> </ul>
3	EJECUCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación prestación contrato</li> <li>• Pagos</li> </ul>
4	EXTINCIÓN CONTRATO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extinción por cumplimiento</li> <li>• Extinción por resolución</li> </ul>

#### ***Fase 0. Decisión preliminar.***

La Fase de Decisión Preliminar tiene como objetivo determinar si el proyecto a acometer es abordable bajo un CCPP (contrato de colaboración público-privada). Para ello, es necesario reunir una serie de información y hacer un análisis de la misma. Tanto la información como el análisis, como define el propio título de la fase, tienen carácter preliminar, es decir, el nivel de profundidad debe ser el adecuado para poder tomar una decisión pero sin llegar a profundizar en los niveles de detalle que se requerirán posteriormente. Es, por lo tanto, un primer filtro para poder detectar si el incumplimiento de alguna de las características mínimas requeridas lo invalida desde su inicio para su celebración como un CCPP. La conclusión de este análisis preliminar establecerá, a la luz de lo analizado, si cumple unas condiciones mínimas necesarias, aunque pudieran no ser suficientes dado el detalle de esta primera información, para continuar el proceso o si, por el contrario, debe calificarse de entrada bajo otra modalidad de las establecidas en el TRLCSP (texto refundido de la ley de contratos del sector público) y, por lo tanto, continuar su desarrollo según la normativa que le corresponda en cada caso.

#### ***Fase 1. Actuaciones preparatorias e inicio de expediente.***

En esta Fase se incluyen los pasos necesarios para iniciar el expediente, siendo el último la aprobación del inicio del mismo.

Se trata de elaborar los documentos requeridos en el TRLCSP y que deben elaborarse y aprobarse previamente al inicio de expediente

#### ***Fase 2. Adjudicación .***

Durante esta fase se hace pública la licitación y se selecciona el empresario cuya oferta es la económicamente más ventajosa a quien se adjudica el contrato. Este proceso de adjudicación, en el caso del contrato de CPP ha de llevarse a cabo obligatoriamente mediante el procedimiento de diálogo competitivo. Durante el mismo, se hace una selección de participantes mediante los criterios que haya establecido el órgano de contratación y a los que se invita a participar en ciclos de diálogo sobre aspectos técnicos, económicos y contractuales del proyecto. El resultado del diálogo serán los documentos finales que reflejarán la solución o soluciones preferidas por el organismo contratante y contra los cuales podrán presentar oferta aquellos empresarios que hayan llegado al final del diálogo de entre los cuales se determinará el adjudicatario.

#### ***Fase 3. Ejecución.***

Durante la ejecución, ha de realizarse la evaluación y control de la misma mediante la monitorización de los parámetros de ejecución que se hayan establecido en el contrato y que, en caso de no cumplimiento de los límites definidos para los mismos, pueden dar lugar a deducciones en el pago del precio.

Cualquier cambio en las condiciones del contrato puede dar lugar a un desequilibrio en el reparto inicial de riesgos y, por lo tanto, a una reclasificación de los activos en su caso.

#### ***Fase 4. Extinción.***

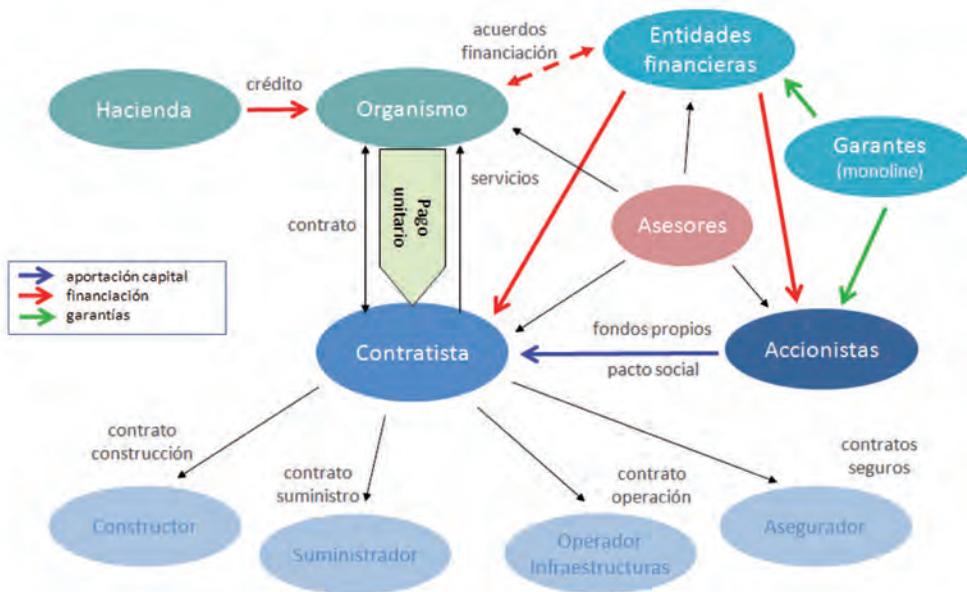
El contrato se extinguirá bien sea por cumplimiento o por resolución y en ambos casos es preciso definir las condiciones a aplicar ante las diferentes situaciones que se pueden presentar. Estas condiciones pueden modificar aspectos importantes relativos a la clasificación de los activos.

La extinción puede producirse por cumplimiento (finalización normal del contrato) o por resolución (en caso de incumplimiento del contrato por parte del contratista, de la Administración o por otras causas contempladas en el contrato).

**Financiación.**

La consecución de los objetivos que se plantean a la hora de desarrollar un proyecto de Smart City mediante un esquema de CPP, pasa ineludiblemente por la necesidad de establecer una adecuada estructura financiera. La complejidad de las estructuras legales y jurídicas asociadas a estos contratos se manifiesta también en lo que se refiere a sus aspectos financieros.

Las partes que intervienen en el desarrollo de un Contrato de CPP y las relaciones que se establecen entre ellas están representadas en el siguiente esquema:



El Contratista es la empresa que se encarga del diseño, ejecución y operación del contrato CPP siendo la principal receptora y canalizadora de los flujos financieros que se producen. Las especiales características de la CPP aconsejan aislar en una estructura jurídica independiente la financiación y operación de estos proyectos, en función del volumen del contrato puede ser aconsejable que dicho Contratista adopte para la forma de una sociedad vehículo creada ad-hoc (SPV) para su desarrollo. La constitución de la SPV no es estrictamente necesaria, si bien su posible constitución posterior ha de ser tenida en cuenta ya desde el principio.

Las características de dicho vehículo dependerán de los objetivos de sus socios y su duración debe establecerse como mínimo para un periodo igual al del contrato. Los aspectos fiscales tienen gran importancia en la estructura que se adopte.

La índole de los socios que intervienen en el contrato puede ser muy diversa:

- Suministradores de equipos, instalaciones productivas, tecnología.
- Operadores del sector en el que se desarrolla la CPP.
- Propietarios de inmuebles no estrictamente tecnológicos (edificios).
- Socios industriales de otros sectores.
- Socios financieros (Bancos, Capital Riesgo, Fondos de Inversión).

Es habitual que alguno de estos socios juegue un doble papel, en la medida que aportan financiación y son también parte en los contratos de construcción, suministro y operación. Los posibles conflictos de interés que puedan derivarse de estos dobles roles han de ser evaluados, estableciéndose en el pacto social entre los accionistas los mecanismos de regulación de los mismos.

Las compañías aseguradoras además del papel propio de su actividad, juegan también un importante rol como asesoras para la evaluación de los riesgos.

Las compañías monoline son compañías especializadas de aseguramiento financiero especializadas que garantizan de forma incondicional los pagos comprometidos de capital e intereses, cuando el emisor de determinados activos financieros (generalmente bonos), no haga frente a los mismos. Estas compañías no aportan directamente los recursos sino que mejoran la "calidad" de otras fuentes financieras posibilitando reducciones de costes financieros y mayores captaciones de recursos.

La mayoría de estos Contratos comprometen unos recursos muy elevados, lo que conlleva la necesidad de acudir a fuentes de financiación ajenas a las que son propias de los promotores de los proyectos. La propia filosofía de los esquemas de CPP, en tanto que tiene como uno de sus principios el reparto de riesgos entre los participantes, lleva implícita en gran medida la propensión hacia la búsqueda de una diversidad de fuentes financieras.

Por el lado de la Administración el principal objetivo de carácter financiero de la CPP consiste en minimizar la utilización de unos recursos públicos cada vez más escasos. A su vez, los actores privados están sometidos a sus propias restricciones financieras tanto por la dificultad para conseguir recursos propios en proyectos singulares, como por las limitaciones que surgirían en su propia capacidad de crecimiento.

De todo ello se deriva la necesidad de acudir al mercado financiero como vía para garantizar la viabilidad económico-financiera del proyecto. El propio mercado financiero (esencialmente los bancos) ha desarrollado mecanismos de financiación que tienen características diferenciales ajustadas a los objetivos perseguidos.

Los mecanismos de financiación Público-Privada existentes actualmente tienen su origen en los años 70-80 del siglo pasado y nacen para atender el desarrollo de grandes infraestructuras, inicialmente en el Reino Unido. Dichos modelos, con el nombre genérico de Project-finance se asociaron inicialmente en su gran mayoría a la financiación de carreteras, para extenderse posteriormente a otros países europeos y a otros sectores.

La complejidad de su metodología tanto en su fase de análisis como de implantación, dio lugar a una cierta selección natural en las Entidades financieras, de tal forma que solo unas cuantas, de mayor tamaño y con equipos humanos de mayor cualificación, estaban en disposición de atender las solicitudes financieras de esos proyectos, con características diferenciales respecto a la financiación corporativa.

Una exigencia adicional de especialización se deriva de la frecuente necesidad de coordinar a varias entidades para que aúnen sus esfuerzos estructurando operaciones sindicadas.

En España, la financiación de operaciones de colaboración Público-Privada tuvo su despegue en la década de los 90, favorecida, por el lado de la demanda, por la necesidad de financiar sucesivos planes o programas de inversión pública en infraestructuras y por el lado de la oferta por la, en aquel momento, creciente implantación en nuestro país de bancos alemanes, británicos y franceses poseedores del know-how asociado a este tipo de financiación.

En una segunda fase, mucho más ligada geográficamente al Reino Unido, la aplicación de esta metodología se extendió a la inversión y/o gestión de otros servicios gubernamentales asociados a servicios ubicados en edificios públicos (hospitales, prisiones, escuelas, etc.).

Con anterioridad al endurecimiento de la crisis actual, las aportaciones de recursos ajenos para financiar los contratos CPP provenían de las siguientes fuentes:

- Instrumentos de deuda senior proporcionados esencialmente por los bancos en forma de crédito sindicado. Su nivel llegó a alcanzar hasta el 90% de la financiación requerida.
- Emisión de bonos u obligaciones suscritos por inversores institucionales o particulares.
- Deuda subordinada materializada en figuras situadas a medio camino entre los fondos propios y la deuda senior. Su aportación la provenía de los mercados de capitales, los inversores privados y también en ocasiones los propios promotores del proyecto. Su finalidad puede ser de carácter general o bien ir destinada a cubrir determinadas contingencias. Su nivel se situaba entre el 10 el 30% de los recursos totales.
- Fondos de inversión especializados.
- Préstamos de organismos multilaterales (BEI y bancos de desarrollo).
- Subvenciones y Fondos públicos nacionales o supranacionales.

El agravamiento de la crisis financiera mundial ha originado en España una dualidad. Por un lado se observa el creciente interés de la Administración por promover el desarrollo de formulas financieras privadas que garanticen la viabilidad de los proyectos que demandan sus ciudadanos, pero por otro lado, las restricciones en el crédito hacen que las Entidades Financieras hayan endurecido las condiciones exigidas para aprobar las operaciones de CPP, en la misma o mayor medida que las operaciones de financiación corporativa. Estas dificultades se han visto también potenciadas por la salida o repliegue de muchas Entidades extranjeras tradicionales actores en el sector.

A ello se ha unido la desaparición de las operaciones de CPP en los mercados de capitales. Esta situación origina que aún con restricciones, la práctica totalidad de la financiación ajena se circunscriba al mercado bancario. Cuando la recuperación económica lo permita es previsible que se vuelvan a poner en marcha los modelos anteriores.



## 09 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A lo largo de este informe se ha desarrollado el concepto de Smart City, justificando su oportunidad ante el imparable crecimiento de la población urbana mundial. La Smart City es un remedio para los problemas asociados a la congestión de las grandes ciudades, y también es una palanca para explotar las oportunidades que esas mismas grandes concentraciones de seres humanos ofrecen.

Sin embargo, el camino hacia la Smart City no es sencillo. La propia amplitud del concepto invita a la dispersión de los esfuerzos. Las grandes inversiones que pueden ser necesarias disuaden a los poderes públicos y a los agentes privados en un momento en el que, además, el acceso a la financiación es escaso. Por eso, las recomendaciones que se derivan del presente informe tienden precisamente a una aproximación pragmática y prudente al concepto de Smart City.

Por último, y como colofón del informe, se establece el roadmap u hoja de ruta hacia la Smart City, estructurado en los diez pasos que una ciudad debe dar para ser considerada una Smart City.

### 9.1 Recomendaciones para los poderes públicos

Las Administraciones Públicas juegan un doble rol en el impulso de las Smart Cities. Por un lado, como responsables de las entidades locales, los gobiernos municipales han de acometer los proyectos de transformación de los servicios de la ciudad. Por otro lado, las Administraciones Públicas han de apoyar el desarrollo de tecnologías y modelos de servicios propios de la Smart City.

Así, en su calidad de Gobiernos Municipales, las Administraciones Públicas han de tener en cuenta las siguientes recomendaciones a la hora de pilotar la transformación de la ciudad:

- Ante el riesgo de dispersión, las ciudades han de apoyarse en redes de ciudades, a nivel nacional y europeo, para compartir experiencias y definir prioridades compartidas. En nuestro país este es el cometido llevado a cabo por la Red Española de Ciudades Inteligentes.
- Desde el punto de vista tecnológico, las ciudades han de decantarse por tecnologías suficientemente maduras y contrastadas. Las amplias inversiones necesarias desaconsejan la asunción de riesgos tecnológicos excesivos.
- Las ciudades han de iniciar su transformación mediante iniciativas de impacto y visibilidad públicas, especialmente en las áreas de la energía y el transporte.
- La transformación de la Smart City es lenta. Los responsables públicos de las entidades locales han de asumir que los proyectos que se pongan en marcha trascenderán, en la mayor parte de los casos, la duración de un periodo electoral.
- Es necesario establecer un conjunto de indicadores consensuados que permitan evaluar el proceso de transformación de las ciudades en Smart Cities, de forma que pueda compararse esta evolución y realizar un seguimiento exhaustivo de las implantaciones tecnológicas.

Por otra parte, en la función de apoyo a la innovación tecnológica y en servicios, las Administraciones Públicas han de tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Las tecnologías orientadas a la eficiencia en la generación, distribución y consumo de energía; así como las relacionadas con la gestión de la movilidad y el transporte, son prioritarias para la Smart City.
- El efecto demostración es esencial para impulsar la creación de una masa crítica que dé lugar a un mercado suficientemente amplio como para estimular la inversión privada.
- Los modelos de colaboración público privada son particularmente indicados para el desarrollo de proyectos de Smart Cities.
- Regulación multidisciplinar a nivel de las Administraciones Públicas y de los gobiernos municipales. Uno de los inhibidores más importantes para el desarrollo efectivo de las Smart Cities es la existencia de regulaciones específicas en cada una de las áreas afectadas: energía, telecomunicaciones, transportes públicos y privados, etc., que han conducido al desarrollo de equipos y sistemas cerrados específicos de cada sector. El desarrollo de las Smart Cities va a requerir desarrollo de sensores y equipos que van a aportar una funcionalidad multisectorial y que se podrá activar por software, así como una tremenda innovación en procesos de negocio también multisectoriales que van a requerir de una “flexibilidad” en la regulación para su desarrollo y para ir haciéndola multidisciplinar. Dado que los proyectos de transformación en Smart City son, necesariamente, proyectos a largo plazo, es necesario además que la regulación incluya el horizonte temporal de las actuaciones reguladas, para así ofrecer un marco estable de trabajo a empresas e instituciones.

## ◆◆◆◆◆ 9.2 Recomendaciones para la industria TIC.

Las empresas del sector TIC han de saber aprovechar el potencial de mercado asociado al imparable desarrollo de las Smart Cities. Para ello, han de tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Las tecnologías de energía, transporte y TIC aplicadas a las Smart Cities van a gozar de un tratamiento preferente en las políticas públicas de apoyo a la innovación de la Unión Europea del próximo periodo 2014-2020. Por tanto, las empresas españolas han de prepararse para optar a las diferentes convocatorias de ayudas públicas.
- Los proyectos demostradores van a jugar un papel protagonista en las políticas públicas de impulso de las Smart Cities. Las empresas del sector TIC han de ser capaces de aliarse con las ciudades que se erijan en demostradoras del potencial de las Smart Cities.
- Los proyectos de Smart Cities son, necesariamente, multidisciplinarios. Las empresas de tecnología han de buscar mecanismos de colaboración con las empresas del sector de la energía y del transporte para estar bien posicionadas.
- Los proyectos de transformación de las Smart Cities son largos y requieren grandes inversiones. Los modelos de colaboración público privada son particularmente indicados para abordar estos proyectos, por lo que las empresas que estén dispuestas a participar en estos esquemas tendrán mejores opciones en el mercado de las Smart Cities.

## ◆◆◆◆◆ 9.3 Hoja de Ruta. Los diez pasos hacia la Smart City

A lo largo de este informe se han expuesto los aspectos principales de la Smart City, desde diferentes perspectivas. Así, se han tratado los aspectos sociológicos de la Smart City, el impacto de la tipología de ciudad, los servicios, las tecnologías, los estándares, la financiación o las políticas públicas de apoyo a las Smart Cities. Por último, se han recogido algunas recomendaciones y conclusiones. En base a todo ello, a continuación se plantea un decálogo de pasos a dar para convertir a una ciudad en una Smart City. Se trata, pues, de ofrecer a los responsables de esta profunda transformación una guía u hoja de ruta que les oriente en la toma de unas decisiones que, por su calado y alcance, van a comprometer los recursos de la ciudad de forma profunda y por un largo periodo de tiempo.

### 1º.- Caracterización de la ciudad.

En primer lugar, es necesario caracterizar la ciudad. Conocer sus fortalezas y debilidades, su perfil sociológico y demográfico, sus necesidades más perentorias y cómo éstas van a evolucionar en el futuro. Un paso previo de análisis es imprescindible para determinar qué necesidades se quiere atender, y qué oportunidades se pretende explotar.



### **2º.- La Smart City que se desea tener.**

Una vez caracterizada la ciudad, hay que decidir qué Smart City se desea tener. Como se ha visto a lo largo del informe, la definición de Smart City es amplia, de manera que es menester seleccionar qué tipología de Smart City se adapta mejor a las necesidades de la ciudad. Por ejemplo, una ciudad con una población que envejece rápidamente podría priorizar los servicios socio-sanitarios de la Smart City. Una ciudad con un consumo energético muy ineficiente podría priorizar los servicios de energía. En resumen, se trata de seleccionar los servicios de mayor interés para la ciudad, y comenzar a trabajar en ellos.

### **3º.- El factor tiempo.**

La transformación de una ciudad en Smart City es un proceso largo, que requerirá del esfuerzo continuado durante muchos años de todos los agentes y equipos de Gobierno que se impliquen en el proyecto. Por ello, antes de iniciar esta transformación es necesario disponer de un compromiso firme por parte de todos estos agentes y de las fuerzas políticas que podrían gestionar la ciudad a lo largo de todo ese proceso.

### **4º.- Los agentes de la Smart City.**

La transformación de una ciudad en Smart City es un proceso de gran envergadura y que requiere de la participación de múltiples agentes. Tanto las Administraciones Públicas como las empresas y los ciudadanos tienen que implicarse activamente y por un largo periodo de tiempo. Antes de iniciar el proyecto hay que asegurar la adhesión y participación de todos los agentes, desde empresas de suministro energético, servicios financieros o de transportes, hasta la sociedad civil.

### **5º.- La financiación.**

La transformación de una ciudad en Smart City es un proyecto de inversión que requiere financiación. Esta financiación debe proceder tanto del ámbito público como del privado, pues las ganancias de eficiencia que se derivan de los servicios prestados por la Smart City alcanzan a ambas esferas. Un marco sostenible de financiación de la transformación ha de ser, necesariamente, parte de ese gran pacto con todos los agentes. La sostenibilidad económica en el tiempo es crucial para el éxito de toda iniciativa en el ámbito de las Smart Cities. Modelos como el comentado en el capítulo de colaboración público-privada pueden ser de gran utilidad para lograr esta sostenibilidad.

### **6º.- La comunicación.**

La transformación de una ciudad en Smart City es un proyecto de gran envergadura que requiere la implicación de los ciudadanos. La comunicación ha de ser constante y consistente, y la transformación ha de ser vista por todos los habitantes de la ciudad como un proyecto común y de gran alcance. La comunicación, junto con la alfabetización digital entre aquellos segmentos de población menos familiarizados con la Sociedad de la Información y sus tecnologías, ha de ser un eje clave y vertebrador del proyecto, que colabore a mantener y sostener el necesario esfuerzo a lo largo de todo el proceso.

### **7º.- El *quick win*.**

La transformación de una ciudad en Smart City es un proceso lento, pero no obstante el plan de proyecto ha de incluir algún logro intermedio que permita que los agentes de la ciudad accedan a algunos de los beneficios de la Smart City en el menor plazo posible. Así, conviene trabajar en un programa detallado para la implantación de las diferentes acciones, distinguiendo entre las de corto plazo y las de medio-largo plazo. Entre las primeras se encuentran las encaminadas al desarrollo de las redes inteligentes de energía eléctrica y muy especialmente a las correspondientes de las telecomunicaciones relacionadas. Ya hay normativa que cumplir, como el caso de la medida



inteligente (contadores con telegestión) y resulta necesario, a corto plazo, una actuación conjunta en los dos campos. Hay otras acciones, como las relativas al internet del futuro que pueden enfocarse al medio-largo plazo.

#### **8º.- Los estándares.**

Como se ha señalado a lo largo del informe, la disponibilidad de estándares es clave para impulsar el desarrollo de las Smart Cities. Los responsables del proyecto de transformación han de seleccionar soluciones y estándares abiertos, huyendo de soluciones propietarias y cerradas que pueden comprometer el futuro de las inversiones que se realicen. Las propias ciudades pueden y deben colaborar en la definición de los estándares propios de la Smart City.

#### **9º.- Las tecnologías.**

En general, y salvo para la realización de pruebas piloto, es conveniente minimizar el riesgo tecnológico en el desarrollo de proyectos innovadores en el ámbito de las Smart Cities, adoptando soluciones maduras y estables que no comprometan el éxito del proyecto. En este sentido el apoyo en las redes de ciudades que compartan sus propios recursos tecnológicos, puestos en marcha y con un suficiente nivel de madurez, se presenta como una gran oportunidad. También es necesario prestar atención a la usabilidad de las tecnologías puestas a disposición de los ciudadanos, dado que en ella reside la clave del éxito de las iniciativas que requieran de la participación ciudadana.

#### **10º.- Las métricas.**

Todo proyecto requiere un conjunto de indicadores y métricas, de seguimiento y de impacto, que permita medir tanto el avance del mismo como sus resultados. En el caso de las Smart Cities, el alcance, coste y duración del proceso de transformación hace especialmente necesario disponer de métricas eficaces que faciliten la evaluación y seguimiento. Es por tanto imprescindible definir un conjunto de indicadores prácticos, adaptados al amplio concepto de Smart City, que permitan evaluar y hacer seguimiento de la evolución de las ciudades.

## Expertos del Foro TIC para la Sostenibilidad que han colaborado en la elaboración del Informe:

**Martín Pérez Sánchez**, Presidente de Fundación España Digital y Comité Ejecutivo de Ametic.

**Jesús Morcillo Bellido**, Presidente de la Comisión de Medioambiente de Ametic.

**Adolfo Borrero**, Presidente de la Comisión Smart Cities, Ametic.

**Eugenio Fontan Oñate**, Decano, COIT.

**Borja Adsua**, Director General, RED.ES.

**María Ángeles Barragán**, Subdirectora General de Fomento de la Sociedad de la Información, SETSI.

**Jorge Pérez**, Catedrático, UPM.

**José Pérez García**, Presidente Fundación ECOPILAS.

**Alfonso Arbaiza**, Director General, Fundetec.

**Cristina García-Orcoyen**, Directora Gerente, Fundación Entorno BSCD España.

**Alberto Andreu Pinillos**, Vicepresidente Plataforma Green Tic, Telefónica.

**Alejandro Arranz**, Director General de Innovación y Tecnología, Ayuntamiento de Madrid.

**José Antonio Teixeira**, Coordinador del comité técnico de la Red Española de Ciudades Inteligentes (RECI).

**Jesús Portal Domínguez**, Director, Arthur D.LITTLE.

**Jesús Abadía**, Director de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Endesa.

**Miguel Ángel Feito Hernández**, Director General, Fundación Ceddet.

**Miguel Ángel Sánchez Fornié**, Director de Sistemas de Control y Telecomunicaciones Iberdrola.

**Fernando Davara**, Director Fundación España Digital.

**Juan Alfaro de la Torre**, Secretario General, Club de Excelencia en Sostenibilidad.

**Elisa de la Nuez**, Gerente, Iclaves.

**José Javier Rodríguez Hernández**, Jefe de Servicio de infraestructuras de Telecomunicaciones, Ayuntamiento de Madrid.

**Maj-Britt Larka**, Subdirectora General Adjunta, Ministerio de Medio ambiente, Medio Rural y Marino.

**Alberto Urueña**, Subdirector Adjunto del ONTSI, RED.ES.

**Rafael Sánchez Durán**, Subdirector Estrategia, Endesa.

**Eduardo González Fernández**, Subdirector General de Coordinación de Acciones frente al Cambio Climático, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

**Federico Fernández Alonso**, Subdirector General de Gestión del Tráfico y Movilidad, Ministerio del Interior.

**Santiago González Herraiz**, Observatorio Tecnológico de la Energía, IDAE.

**José Antonio Martín Pereda**, Miembro Real Academia de Ingeniería.



# 2012 SMART CITIES



**Foro TIC  
para la  
Sostenibilidad**

PROYECTO COFINANCIADO POR:



PLAN  
AVANZA2»»



AMETIC realiza esta actuación bajo el Proyecto Estudio SMART TIC (TSI-020100-2011-242) Cofinanciado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, dentro del Plan Nacional de Investigación Científica, desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011

**AMETIC**  
Príncipe de Vergara, 74, 4ª planta. 28006 MADRID Tel: 91 590 23 00

[www.ametic.es](http://www.ametic.es)

