

¿Cómo determinar el estado de desarrollo de una ciudad inteligente?

POR **SANTIAGO ARIZMENDI GUTIÉRREZ, JULIO NAVÍO MARCO Y JOSÉ ANTONIO PORTILLA FIGUERAS**

Se propone, a partir del análisis de más de 2.000 indicadores de los principales rankings y medidas de ciudades, una sistemática para establecer un conjunto equilibrado de indicadores y un ranking de ciudades inteligentes, que permita disponer de una métrica unificada que posibilite su evaluación y comparación.

La definición y especialmente la medida del grado de desarrollo de las *smart cities* son ámbitos aún abiertos al debate y a interpretaciones diversas. Consensuar tanto su definición como la forma de medirlas es un reto a abordar para un mejor entendimiento del progreso de la ciudad inteligente, así como valorar su impacto y beneficios y establecer comparaciones sobre su grado de implantación.

En el presente estudio, a la vista de la diversidad de *rankings*, clasificaciones, indicadores y sistemas de medida que empresas, instituciones y gobiernos establecen para determinar en qué medida una ciudad ha alcanzado sus objetivos para convertirse en inteligente, surge la pregunta de si es posible plantearse una metodología de comparación, de forma objetiva, para los desarrollos efectuados por las diferentes ciudades y comprobar en qué estado se encuentra una ciudad en relación a, por ejemplo, las ciudades de su entorno. La respuesta a estos interrogantes es la siguiente: estableciendo un conjunto homogéneo de indicadores que las propias ciudades puedan medir, de manera que a partir de esas mediciones puedan calcular una valoración con la que compararse con esas otras ciudades.

Por ello, en el presente estudio se va a plantear esta problemática desde el nivel más bajo:

desde la conceptualización básica de la *smart city*, hasta un método para asignar una puntuación a las ciudades. Asimismo, se incidirá en la necesidad de estandarizar este proceso y se indicarán aquellos elementos que sería necesario incluir en un estándar para garantizar la requerida uniformidad. El estudio contribuye así a la homogeneización de la forma de medir la '*smartización*' de las urbes del siglo XXI.

Unificando el concepto de *smart city*

Comenzando a desarrollar el objetivo de evaluar ciudades, el primer escollo que hay que abordar, aunque parezca obvio, es determinar qué es una *smart city*. Si se revisan definiciones propuestas por diferentes entidades, tales como consultoras, entidades de estandarización, universidades, etc., se encuentra que aparecen notables diferencias. Por ello, no es descabellado pensar que en algunas ocasiones interlocutores que hacen referencia a un mismo concepto (la *smart city*) estén hablando de realidades totalmente diferentes.

Por ello, en este estudio, con el ánimo de medir y evaluar el grado de desarrollo inteligente, se debe establecer como primer paso una definición que sirva como base en el planteamiento que se proponga; es decir, se va a seleccionar una definición que sea útil para el desarrollo, sin que ello signifique que sea la más correcta o la más completa, aunque sí que servirá para ilustrar el objetivo que se persigue.

Si bien hay muchas definiciones relevantes (algunas de las cuales se recogen en la tabla 1), en este artículo se ha escogido como base de trabajo la definición de la Comisión Europea, como organismo de referencia.

Tabla 1. Algunas definiciones relevantes	
Dr. Rudolf Giffinger (<i>Ranking of European medium-sized cities</i>)	«Es una ciudad que rinde adecuadamente y con perspectivas futuras en las siguientes características: <i>smart economy, smart people, smart governance, smart mobility, smart environment</i> y <i>smart living</i> ; y está construida mediante una combinación inteligente de dotaciones y actividades de unos ciudadanos que toman decisiones, son independientes y están concienciados».
MIT, Instituto Tecnológico de Massachusetts	«Las ciudades son sistemas de sistemas, y están emergiendo oportunidades de introducir nervios del sistema digitales, respuesta inteligente y optimización en todos los niveles del sistema de integración. A través de comunicación cruzada de los nervios de los sistemas digitales es posible llegar a coordinar la operación de los diferentes sistemas para alcanzar eficiencia y beneficios sostenibles».
PwC e IE Business School, en colaboración con la Fundación Telefónica (Smart cities: <i>La transformación digital de las ciudades</i>).	«Aquella que utiliza la tecnología para prestar de la forma más eficiente los servicios urbanos, mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y transformar la relación entre entidades locales, empresas y ciudadanos, facilitando una nueva forma de vivir la ciudad».
Grupo Técnico de Normalización 178 de AENOR (AEN/CTN 178/SC2/GT1 N 003)	«Ciudad inteligente (<i>smart city</i>) es la visión holística de una ciudad que aplica las TIC para la mejora de la calidad de vida y la accesibilidad de sus habitantes y asegura un desarrollo sostenible económico, social y ambiental en mejora permanente. Una ciudad inteligente permite a los ciudadanos interactuar con ella de forma multidisciplinar y se adapta en tiempo real a sus necesidades, de forma eficiente en calidad y costes, ofreciendo datos abiertos, soluciones y servicios orientados a los ciudadanos como personas, para resolver los efectos del crecimiento de las ciudades, en ámbitos públicos y privados, a través de la integración innovadora de infraestructuras con sistemas de gestión inteligente».
ITU (Smart Cities: <i>Key performance indicators definitions for Smart Sustainable Cities</i>).	«Una ciudad inteligente sostenible es una ciudad innovadora que se basa en el empleo de las tecnologías de la información y la comunicación y otros medios para mejorar la calidad de vida, la eficiencia de los servicios y la operativa urbanos, y la competitividad a la vez que garantiza cumplir con las necesidades de las generaciones presentes y futuras en términos sociales, económicos y ambientales».

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Así, la Comisión Europea, dentro de su informe *Mapping Smart Cities in the EU* indica que «La smart city es una ciudad que busca resolver los problemas públicos mediante soluciones basadas en la tecnología en el marco de una asociación entre diferentes participantes, tanto públicos como privados».

Además la CE, en el mismo informe, propone que el concepto *smart city* se divida en seis características: *smart economy, smart environment, smart government, smart living, smart mobility* y, finalmente, *smart people*; y a su vez se proponen diferentes servicios asociados a cada una. Estos servicios serían los siguientes:

- *Smart economy (e-business, e-commerce)*: aumento de la productividad gracias a las TIC, industria avanzada, innovación, prestación de servicios, nuevos productos/servicios/modelos de negocio y emprendimiento.
- *Smart environment*: energía inteligente (renovables, *smart grids, metering*), control y monitorización de la polución, renovación de edificios y servicios, edificios verdes, planificación urbana verde, utilización eficiente de recursos, iluminación de calles, gestión de residuos, sistemas de drenaje y gestión de recursos hídricos monitorizados.
- *Smart government*: transparencia, *Open Data, e-government*, toma de decisiones participativa, e-servicios co-creados.
- *Smart living*: estilo de vida/comportamiento/consume basado en las TIC, vivencia saludable



y segura en una ciudad que vibre con la cultura, buena calidad de vivienda y alojamiento, altos niveles de cohesión social.

- *Smart mobility*: transporte integrado basado en las TIC, sistemas logísticos, opciones de transporte limpio (no motorizadas), información en tiempo real, los usuarios proveen datos para mejorar el sistema.

- *Smart people*: *e-skills*, trabajo relacionado con las TIC, acceso a la educación y formación, sociedad inclusiva, creativa e innovadora; introducir, utilizar, manipular y personalizar los datos; toma de decisiones y creación de productos y servicios.

Esta categorización aparece formulada por primera vez en 2007 por Giffinger en el informe *Smart cities: Ranking of European medium-sized cities* y posteriormente también fue utilizada por Boyd Cohen en su propuesta de indicadores para *smart cities*. Recientemente, se puede encontrar en la *Propuesta de Ciudad inteligente (2016)*, que está desarrollando la ciudad de Dubai. Por ello, la elección de las seis características sí que podría ser considerada como una de las más difundidas y estables y servirá de base para este estudio.

Cómo determinar el estado de desarrollo de ciudades inteligentes: indicadores

Establecidas las bases de definición y categorías, se descubre una gran proliferación de medidores y formas de evaluación. Existe un amplio abanico de indicadores todavía por homogeneizar.

Múltiples entidades proponen indicadores para medir ciudades inteligentes o, en muchos casos, indicadores que sirven simplemente para medir parámetros de ciudades. En este análisis se han recopilado más de 2.000 indicadores, propuestos por entidades como las siguientes:

- Organismos internacionales: ITU, ONU, Eurostat, European Commission, World Bank, OCDE, UITP.

- Organismos nacionales: IDAE, EPA of Montenegro, US EPA, ODI, Dublin City.

- Universidades: Boyd Cohen, Lombardi, Anthopoulos, Yonsey, Stanford, IESE, Viena.

- Empresas y entidades privadas: AENOR, IBM, Siemens, Comisión de Ciudades y del Conocimiento, Arthur D. Little.

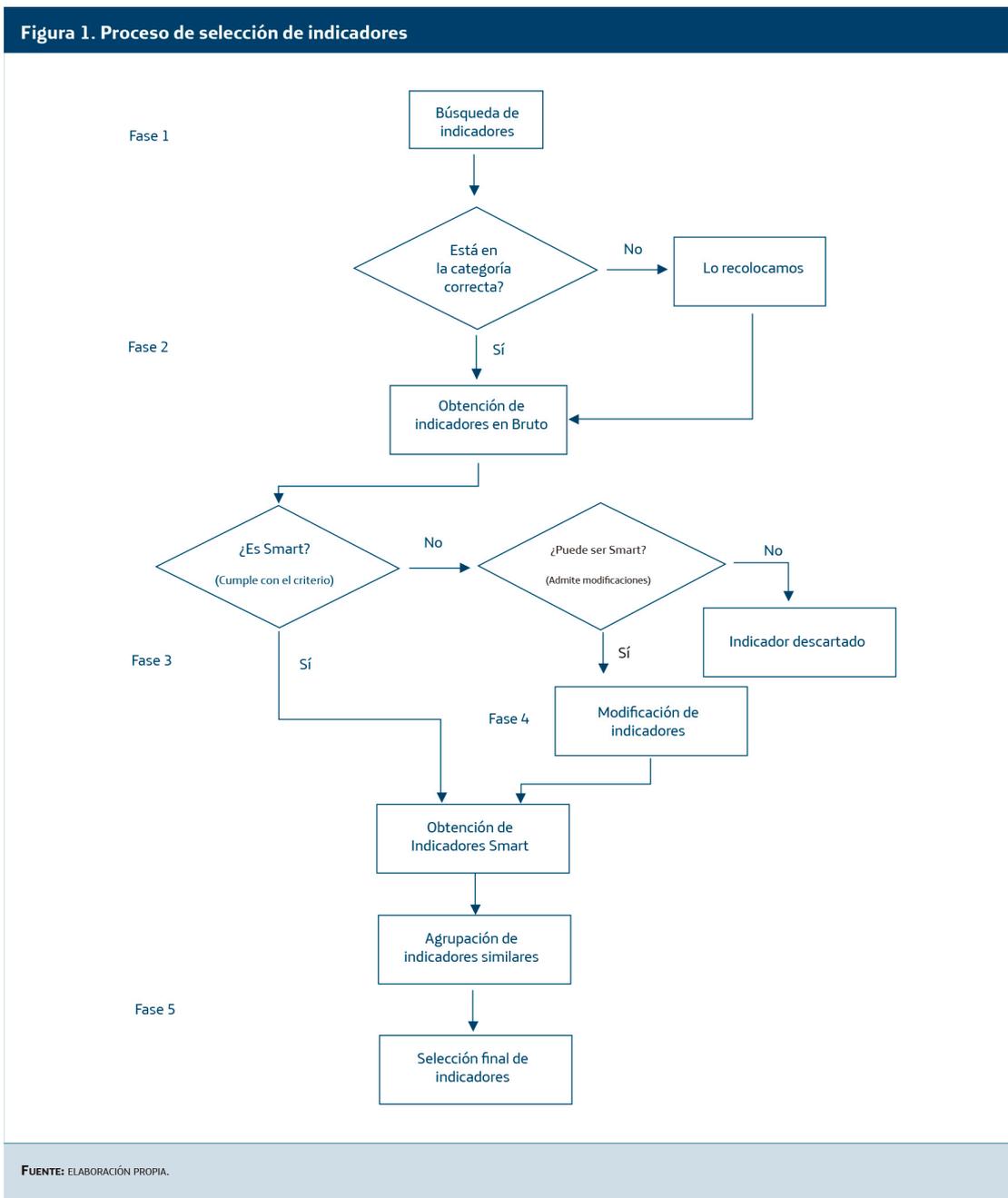
Para procesar todos estos indicadores y obtener seis conjuntos, uno por cada característica *smart*, se ha planteado un procedimiento o metodología de discriminación, el cual ha sido aplicado a todos los indicadores. Este proceso ha consistido en cinco fases (ver tabla 2).

Tabla 2. Fases de discriminación de indicadores	
FASE 1 Ordenación inicial de indicadores	En esta fase los indicadores se han ordenado en función de la búsqueda realizada; es decir, si se ha buscado una fuente que habla de <i>smart living</i> esos indicadores se colocarán en el grupo de <i>smart living</i> .
FASE 2 Ordenación final de indicadores	En la fase anterior se han colocado los indicadores en bloque en cada una de las seis características. Esto puede provocar que haya algún indicador descolocado, ya que el concepto seleccionado de características <i>smart</i> , basado en la UE, puede ser distinto al de las fuentes consultadas. Por ello, en esta fase, se han revisado los indicadores individualmente y en caso de tener dudas se han consultado los servicios <i>smart</i> propuestos por la UE.
FASE 3 Criterio de selección de indicadores	En esta fase se ha aplicado el criterio anteriormente mencionado para determinar qué indicadores son válidos para medir ciudades inteligentes y cuáles no. Aquellos indicadores que estuvieran cerca de cumplir el criterio no han sido descartados, sino que pasarán a una cuarta fase.
FASE 4 Modificación de indicadores	En esta fase los indicadores que estaban cerca de cumplir el criterio propuesto han sido objeto de modificación. De esta forma, aquellos en los que ha sido posible realizar la modificación han sido considerados válidos y aquellos en los que no ha sido posible realizar la modificación han sido descartados.
FASE 5 Obtención final de indicadores	Teniendo en cuenta que para obtener los indicadores se ha recurrido a distintas fuentes, era muy probable que apareciesen indicadores similares o parecidos. En esta fase se ha procedido a agrupar los indicadores por temáticas y por duplicidades dentro de cada una de las seis características <i>smart</i> . Una vez agrupados se han eliminado las duplicidades obteniéndose los seis conjuntos finales de indicadores.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	

Para seleccionar los indicadores validos se utilizan como criterios:

- Que sean SMART (*Specific / Measurable / Achievable / Relevant / Trackeable*), es decir, que sean cuantificables (medibles), específicos, alcanzables, relevantes y se pueda hacer un seguimiento adecuado.
- En línea con el objetivo de ser relevantes, deben ser categorizables en una de las seis características *smart* ya establecidas.
- Adicionalmente se comprueba que encajen con la definición asumida de *smart city* de la UE.

Partiendo de un número de entre 300 y 400 indicadores por categoría, se puede destacar que el proceso de filtrado ha sido intensivo, descartándose en cada categoría entre un 45 y un 65 por ciento de los mismos, por lo que, tras aplicar el criterio *smart*, se han suprimido prácticamente la mitad de los indicadores hallados. La categoría en la que más indicadores han sido rechazados ha sido *smart mobility*, mientras que en la que menos se han descartado ha sido *smart government*. A su vez, podemos ver que la categoría que cuenta con mayor número de indicadores considerados smart es *smart government* con cerca de un 35 por ciento de indicadores y, opuestamente, la que menos tiene sería *smart mobility* con cerca de un 10 por ciento. El proceso complejo se esquematiza en la figura 1.



Después de completar el proceso, se ha conseguido obtener seis conjuntos de indicadores válidos para medir *smart cities* según el criterio propuesto. En las tablas 3 a 8 vamos a mostrar estos conjuntos en un ejercicio de estandarización de la medición de ciudades inteligentes. Estos indicadores aparecerán descritos en el idioma original de sus respectivas fuentes.

Tabla 3. Indicadores <i>smart economy</i>	
Subdivisión	Indicador
Entrepreneurial activity	Nuevas <i>startups</i>
	Porcentaje de empresas de crecimiento rápido respecto del total de nuevas empresas
	Tiempo necesario para arrancar un negocio
	Existencia de viveros de empresas
R&D	Investigación y desarrollo
	Número de patentes relacionadas con las TIC
	Contribución a la producción de valor del sector TIC respecto de la producción de valor total de los sectores de negocios
	Valor añadido en el sector TIC (como porcentaje del valor añadido total de los sectores de negocios)
	Exportaciones
Employment	Niveles de empleo en el sector TIC
	Especialistas de las TIC
	Tasa de empleo en alta tecnología e industrias creativas
	Tasa de empleo en sectores de conocimiento de alto nivel
	Existencia de programas de retención de talento en el sector TIC
HQ companies in the city	Existencia de parques tecnológicos y científicos
	Número de empresas trabajando en el sector TIC
	Empresas de alta tecnología en la ciudad que cotizan en el mercado de valores nacional
	Porcentaje de empresas de conocimiento de alto nivel
E-commerce	Acogida de eventos internacionales relacionados con la innovación en las TIC
	Porcentaje de empresas prestando servicios basados en la red (comercio digital, aprendizaje digital, entretenimiento digital, computación en la nube)
Use of new technologies to improve performance (aggregated indicator)	Comercio digital
	Proporción de empresas basadas en sistemas de información geográfica (localización, navegación, etc.)
	Información electrónica compartida
	RFID
	Social Media
	Factura digital
	La nube
	Porcentaje de presencia de comunicaciones de Banda Ancha en las empresas
	Ordenadores equipados con un dispositivo de seguridad, por ejemplo, lector de tarjetas inteligentes o <i>software</i> de seguridad
	Uso de las últimas tecnologías para mejorar el rendimiento
	Porcentaje de empleados con teletrabajo respecto del total
	Negocios con formación interna en TIC
	Porcentaje de empresas que compran por Internet
	Porcentaje de empresas con página web
	Media de gasto de las empresas en TIC

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Tabla 4. Indicadores <i>smart environment</i>	
Subdivisión	Indicador
Renewable energy	Potencia instalada en la ciudad (energía solar)
	Potencia instalada en la ciudad (energía eólica)
	Consumo de energías renovables
	Porcentaje invertido en eficiencia energética o energía renovable en los últimos doce meses
Smart grids integration	Nodos totales
	Porcentaje de redes de energía municipales que satisfacen los siguientes requerimientos para redes inteligentes (1. Comunicación bidireccional; 2. Sistemas de control automatizado para resolver fugas; 3. Información en tiempo real para clientes; 4. Permite generación distribuida; 5. Soporta medición de la red)
	Existencia de un programa para la incorporación de equipos de gestión de la demanda en edificios, generación distribuida renovable y contadores inteligentes en redes inteligentes (en, al menos, 20 experiencias piloto antes de 2015)
Efficiency	Estándares de eficiencia energética para edificios
	Iniciativas de eficiencia energética para edificios
	Porcentaje de uso de agua derivada de agua reciclada en destino
	Existencia de programas de uso eficiente del agua basados en TIC
	Mejora del uso del agua (per cápita) mediante el uso de medidas TIC
	Mejora del uso de agua industrial (per PIB) mediante el uso de medidas TIC
	Porcentaje de edificios comerciales e industriales con contadores inteligentes
	Porcentaje de edificios comerciales con un sistema automatizado para el edificio
	Porcentaje de viviendas (multi o unifamiliares) con contadores inteligentes
	Porcentaje de edificios comerciales con contadores inteligentes de agua
	Área total de renovación que incluya mejoras TIC
Public lightning	Presencia de política local para iluminación pública
	Gestión del sistema de iluminación con medidas TIC
Smart solid waste management	Existencia - recogida diferencial de residuos inteligente
	Sistemas de control de residuos urbanos en contenedores
	Toneladas de residuos sólidos generados y residuos sólidos reciclados per cápita
Smart water metering	Sensores de consumo
	Proporción de la polución del agua controlada mediante medidas TIC
	Mejoras del agua residual reciclada mediante medidas TIC
	Gestión del sistema de drenaje mediante medidas TIC
	Disposición del agua residual y agua de lluvia gestionada mediante una solución TIC
	Políticas de eficiencia y tratamiento del agua
Smart air quality metering	Emisiones de gases de efecto invernadero medidos en toneladas per cápita
	Emisiones de CO ₂
	Partículas (PM10)
	Concentración de partículas finas PM2.5
	Monóxido de Carbono (CO)
Smart air quality metering	Emisiones de metano
	Compuesto volátil orgánico (VOC)
	Óxidos de Nitrógeno (NO _x)
	Amoniaco (NH ₃)
	Dióxido Sulfúrico
	Ozono
	Número de centrales de monitorización respecto de las dimensiones de la ciudad
	Proporción de monitorización de la polución del aire mediante medidas TIC
	Políticas de limpieza del aire
	Áreas verdes monitorizadas por sensores
Improvements in resources usage	Mejora en el uso de combustible fósil mediante el uso de medidas TIC (per PIB)
Smart pipelines management	Mejora en la Administración de las tuberías y espacios integrados con medidas TIC
Policies to improve green management	Nueva estrategia medioambiental basada en las TIC aprobada y promovida activamente por el ayuntamiento
	Número de empresas que han adoptado los estándares ISO 140000



Tabla 5. Indicadores <i>smart government</i>	
Subdivisión	Indicador
E-government existence	Existencia de un servicio en línea comunitario: el nivel de interactividad de los servicios requeridos como certificados de registro, cambio de residencia, servicios de impuestos locales, servicios para empresas y escuelas municipales, lapPresencia de la ciudad en las redes sociales, transparencia y calidad del portal web
	Pago electrónico: pago en línea y otras modalidades de pago de impuestos para la hacienda local y de los servicios locales para las escuelas municipales
	Porcentaje de servicios del gobierno que pueden ser accedidos por los ciudadanos vía web o mediante teléfono móvil
	Existencia de legislación acerca de firma digital
Quality of e-government services. Measures to improve	Disponibilidad on line: Mide el grado en el que ciudadanos y empresas pueden finalizar un proceso u obtener un servicio en una sesión activa online
	Usabilidad: Mide el grado en el que los portales del Gobierno central facilitan a los ciudadanos o empresas obtener un servicio
	Facilidad de uso: Valora el grado en el que ciudadanos o empresas son capaces de encontrar su camino fácilmente a través de los pasos del proceso en una sesión activa
	Rapidez de uso: Valora el grado en el que ciudadanos o empresas son capaces de completar los pasos del proceso requeridos en un tiempo razonable dentro de una sesión activa
	Identificación electrónica: Indica si los ciudadanos o empresas son capaces de autenticarse <i>on line</i> a través de un documento nacional de identidad electrónico
	Documentos electrónicos: Indica si un documento oficial puede ser realizado directamente <i>on line</i>
	Fuentes autenticadas: Indica si la información está automáticamente pre rellena por el proveedor del servicio (basándose en fuentes autenticadas como el registro nacional, registro de impuestos, registro de una empresa, etc.)
	Seguridad electrónica: Indica si está disponible una solución de seguridad electrónica para almacenamiento seguro y recuperación de documentos electrónicos
	Acceso único: Indica si accediendo una única vez a un servicio se obtiene acceso a otros sistemas participantes
	Ratio de ahorro de tiempo
E-government & Citizens	Existencia de planes estratégicos para promover el gobierno digital y las TIC
	Porcentaje de uso de la firma digital en las transacciones
	Uso del gobierno digital por individuos
	Existencia de una plataforma de voto digital para promover la participación ciudadana y la toma de decisiones
	Incremento de la participación pública y el compromiso hacia el Gobierno Abierto
	El gobierno reconoce la participación pública como motor hacia la innovación y el uso de plataformas de participación
	Satisfacción de los usuarios con el gobierno digital (también relacionado con otros tipos de actividades basadas en Internet)
	Preferencia de canal
Open Data	<i>Open Data</i> : presencia de proyecto y portal web de Open Data, número y calidad del conjunto de datos publicados, aplicación desarrollada con datos abiertos municipales
	Las instituciones de gobiernos comparten toda la información pública relevante a través de aplicaciones integradas
	Porcentaje de información de gobierno abierta
	¿Con qué frecuencia las peticiones de información son rechazadas (porcentaje del número total de peticiones de información)?
Existence of smart vision in the city	Existencia de una visión o estrategia nacional relacionada con el uso de las TIC en el gobierno para promover el gobierno digital y el <i>Open Data</i>
	Existencia de un presupuesto dedicado
	Existencia de una estructura organizada para implementar el plan maestro
	Existencia de un mecanismo de monitorización y evaluación
Use of technology by de city council	Redes físicas
	Porcentaje de edificios públicos con tecnologías integradas
	Redes inalámbricas
	Número de puntos WIFI por km ²
Integración de servicios	Disponibilidad de web del proyecto Smart City de la ciudad
	Número de servicios integrados en un centro único de operaciones haciendo uso de datos en tiempo real. Un punto por cada uno: ambulancias, respuesta ante emergencias/desastres, fuego, policía, climatología, tránsito, calidad del aire
Transparency	Las instituciones gubernamentales tienen acceso a sistemas de información comunes e integrados y que permiten intercambio de información
	Transparencia de las organizaciones públicas: Mide la transparencia de las organizaciones gubernamentales que son responsables finales de las políticas, regulaciones y servicios que afectan a las personas, pero no son necesariamente los prestadores de los servicios
	Transparencia en la entrega de servicios: Mide la transparencia de prestadores de servicios a las personas con la mirada puesta en el proceso de entrega del servicio
	Transparencia de datos personales: Mide la transparencia de los portales web del gobierno central con la vista puesta en cómo los gobiernos almacenan los datos personales, y el nivel de acceso de los ciudadanos y empresas a sus datos personales y la posibilidad de modificarlos y notificar o poner una queja al gobierno acerca de la calidad o el uso de sus datos personales
	Datos del presupuesto del gobierno disponibles públicamente
Percepción de lucha contra la corrupción	



Tabla 5. Indicadores <i>smart government</i>	
Subdivisión	Indicador
E-government existence	Existencia de un servicio en línea comunitario: el nivel de interactividad de los servicios requeridos como certificados de registro, cambio de residencia, servicios de impuestos locales, servicios para empresas y escuelas municipales, lapPresencia de la ciudad en las redes sociales, transparencia y calidad del portal web
	Pago electrónico: pago en línea y otras modalidades de pago de impuestos para la hacienda local y de los servicios locales para las escuelas municipales
	Porcentaje de servicios del gobierno que pueden ser accedidos por los ciudadanos vía web o mediante teléfono móvil
	Existencia de legislación acerca de firma digital
Quality of e-government services. Measures to improve	Disponibilidad on line: Mide el grado en el que ciudadanos y empresas pueden finalizar un proceso u obtener un servicio en una sesión activa online
	Usabilidad: Mide el grado en el que los portales del Gobierno central facilitan a los ciudadanos o empresas obtener un servicio
	Facilidad de uso: Valora el grado en el que ciudadanos o empresas son capaces de encontrar su camino fácilmente a través de los pasos del proceso en una sesión activa
	Rapidez de uso: Valora el grado en el que ciudadanos o empresas son capaces de completar los pasos del proceso requeridos en un tiempo razonable dentro de una sesión activa
	Identificación electrónica: Indica si los ciudadanos o empresas son capaces de autenticarse <i>on line</i> a través de un documento nacional de identidad electrónico
	Documentos electrónicos: Indica si un documento oficial puede ser realizado directamente <i>on line</i>
	Fuentes autenticadas: Indica si la información está automáticamente pre rellena por el proveedor del servicio (basándose en fuentes autenticadas como el registro nacional, registro de impuestos, registro de una empresa, etc.)
	Seguridad electrónica: Indica si está disponible una solución de seguridad electrónica para almacenamiento seguro y recuperación de documentos electrónicos
	Acceso único: Indica si accediendo una única vez a un servicio se obtiene acceso a otros sistemas participantes
	Ratio de ahorro de tiempo
E-government & Citizens	Ahorro de costes operacionales
	Existencia de planes estratégicos para promover el gobierno digital y las TIC
	Porcentaje de uso de la firma digital en las transacciones
	Uso del gobierno digital por individuos
	Existencia de una plataforma de voto digital para promover la participación ciudadana y la toma de decisiones
	Incremento de la participación pública y el compromiso hacia el Gobierno Abierto
	El gobierno reconoce la participación pública como motor hacia la innovación y el uso de plataformas de participación
	Satisfacción de los usuarios con el gobierno digital (también relacionado con otros tipos de actividades basadas en Internet)
Preferencia de canal	
Open Data	<i>Open Data</i> : presencia de proyecto y portal web de Open Data, número y calidad del conjunto de datos publicados, aplicación desarrollada con datos abiertos municipales
	Las instituciones de gobiernos comparten toda la información pública relevante a través de aplicaciones integradas
	Porcentaje de información de gobierno abierta
Existence of smart vision in the city	¿Con qué frecuencia las peticiones de información son rechazadas (porcentaje del número total de peticiones de información)?
	Existencia de una visión o estrategia nacional relacionada con el uso de las TIC en el gobierno para promover el gobierno digital y el <i>Open Data</i>
	Existencia de un presupuesto dedicado
	Existencia de una estructura organizada para implementar el plan maestro
Use of technology by de city council	Existencia de un mecanismo de monitorización y evaluación
	Redes físicas
	Porcentaje de edificios públicos con tecnologías integradas
	Redes inalámbricas
	Número de puntos WIFI por km ²
Integración de servicios	Disponibilidad de web del proyecto Smart City de la ciudad
	Número de servicios integrados en un centro único de operaciones haciendo uso de datos en tiempo real. Un punto por cada uno: ambulancias, respuesta ante emergencias/desastres, fuego, policía, climatología, tránsito, calidad del aire
Transparency	Las instituciones gubernamentales tienen acceso a sistemas de información comunes e integrados y que permiten intercambio de información
	Transparencia de las organizaciones públicas: Mide la transparencia de las organizaciones gubernamentales que son responsables finales de las políticas, regulaciones y servicios que afectan a las personas, pero no son necesariamente los prestadores de los servicios
	Transparencia en la entrega de servicios: Mide la transparencia de prestadores de servicios a las personas con la mirada puesta en el proceso de entrega del servicio
	Transparencia de datos personales: Mide la transparencia de los portales web del gobierno central con la vista puesta en cómo los gobiernos almacenan los datos personales, y el nivel de acceso de los ciudadanos y empresas a sus datos personales y la posibilidad de modificarlos y notificar o poner una queja al gobierno acerca de la calidad o el uso de sus datos personales
	Datos del presupuesto del gobierno disponibles públicamente
Percepción de lucha contra la corrupción	



Tabla 7. Indicadores <i>smart mobility</i>	
Subdivisión	Indicador
<i>Use of public transport</i>	Número anual de viajes en transporte público per cápita (ISO 37120: 18.3)
<i>Bike sharing</i>	Número de bicicletas compartidas con el sistema municipal de alquiler de bicicletas
<i>Car sharing</i>	Programas de compartir vehículos y furgonetas gestionados con un sistema TIC
<i>Transport integration</i>	Sistema de tarificación integrado para el transporte público
	Penetración de tarjetas inteligentes
<i>Technologies used in transport</i>	Sistema de información al pasajero (PIS) (porcentaje)
	Sistema de posicionamiento global (GPS) / General Pocket Radio Service (GPRS) (porcentaje)
	Ordenadores de datos móviles u otros dispositivos tecnológicos de información para los conductores a para mejorar la efectividad del servicio
	Porcentaje de vehículos de tránsito con cámaras
	Porcentaje de instalaciones de tránsito con luces de seguridad, teléfonos de emergencia y cámaras de seguridad
<i>Citizen interaction with public transport</i>	Información en diferentes formatos para personas con discapacidades
	Disponibilidad de información sobre la utilización del hueco para bicicletas en autobuses
	Páginas web efectivas para proveer acceso a la información
	Uso de medios sociales
	Información sobre el próximo bus para los ciudadanos
	Existencia de una plataforma para recibir mejoras propuestas por los ciudadanos
<i>Smart mobility</i>	Presencia de precios basados en la demanda (por ejemplo, tarificación basada en la congestión, líneas de peaje con precios variables, <i>parkings</i> con precios variables)
	Porcentaje de semáforos conectados a un sistema de gestión del tráfico en tiempo real
	Cobertura de instalación de terminales de medición de carreteras
	Cobertura de sistemas de guiado del aparcamiento
<i>Alternative mobility</i>	Movilidad eléctrica
	Número de estaciones de recarga de vehículo eléctrico en la ciudad

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Tabla 8. Indicadores <i>smart people</i>	
Subdivisión	Indicador
ICT penetration in citizens	Suscriptores de Internet de Banda Ancha por cada 100 habitantes
	Porcentaje de residentes con acceso a <i>smartphone</i>
	Suscripciones de teléfono móvil con acceso a datos por cada 100 habitantes
	Número de ordenadores por cada 100 habitantes
	Porcentaje del gasto total de una vivienda en comunicaciones
On line inclusion	Cohesión cívica <i>on line</i>
	Atmósfera de libertad de comentarios <i>on line</i>
	Contribución al incremento de la concienciación ciudadana y a la coherencia social utilizando iniciativas TIC
Tertiary education related with ICT	Número de graduados en educación superior relacionada con las TIC por cada cien mil habitantes
	Porcentaje de PhD inscritos en el sector TIC respecto del total de estudiantes inscritos
	Número de doctorados en el sector TIC de cada mil habitantes
	Número de publicaciones científicas relacionadas con las TIC por cada millón de habitantes
	Número de artículos académicos y profesionales relacionados con las TIC en los periódicos
Population ICT skills	Nivel de habilidades con el ordenador de las personas
Education and training	Adaptación de la oferta educativa a la demanda actual del mercado laboral utilizando plataformas TIC
Existence of e-learning plans	Existencia de una visión o estrategia nacional para las TIC y la educación
	Existencia de un presupuesto dedicado
	Porcentaje de presupuestos educativos destinados a las TIC por facultad
	Porcentaje de presupuestos educativos destinados a las TIC
	Gasto en educación para promover las TIC
	Existencia de una estructura organizada para implementar el plan maestro
	Existencia de un mecanismo de monitorización y evaluación
ICT resources in educational centers	Número de ordenadores por cada cien estudiantes
	Escuelas con servicios web
	Uso de las TIC, por ejemplo, la televisión, como parte del proceso educativo
	Facultades con portal web
	Existencia de cursos <i>on line</i>
	Facultades / Universidades virtuales
Quality of e-learning system	Existencia de formación especial para los profesores en el uso de las TIC en la educación
	Número de horas dedicadas a enseñar TIC en la escuela
	Media de horas (por semana) que los estudiantes usan ordenadores en la escuela
	Existencia de programas educativos para enseñar sobre las <i>Smart Cities</i>
	Número de cursos completamente descargables de Internet respecto del total de cursos

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Finalmente, después de mostrar los indicadores, quedaría analizar cómo asignar a cada ciudad una determinada puntuación en función de estos indicadores. Esta puntuación permitiría, a su vez, establecer una valoración de ciudades o que ellas mismas se pudieran comparar con las ciudades de su entorno.

Propuesta de valoración para ciudades inteligentes

Gracias a la metodología presentada anteriormente, las ciudades disponen de una



podemos comparar su progreso *smart*.

Ejemplo de comparación de ciudades

Establecido el proceso de cálculo de la puntuación para ciudades, se recoge a continuación un ejemplo para tres ciudades de tradición *smart*: Barcelona, Santander y A Coruña, y se les aplica el *ranking* aplicando un criterio equiponderado entre agrupaciones.

Figura 3. Ejemplo de comparación de ciudades				
	Barcelona	Santander	A Coruña	Ponderación
Smart economy	60,90	32,35	32,37	16,67%
Smart environment	20,10	70,12	30,17	16,67%
Smart government	85,71	71,43	64,29	16,67%
Smart living	72,09	56,96	39,50	16,67%
Smart mobility	69,76	48,61	41,67	16,67%
Smart people	56,19	49,90	58,73	16,67%
TOTAL	60,79	54,89	44,46	100,00%

A la vista de los resultados, se observa que Barcelona sería la ciudad más ‘inteligente’, seguida de Santander y A Coruña.

Tras realizar este ejemplo, se ha corroborado la utilidad de los indicadores para medir las *smart cities* y se ha podido comparar varias ciudades en los mismos términos. Por tanto, queda claro que esta herramienta puede ayudar a incentivar a ciudades con poca puntuación a realizar un esfuerzo mayor para alcanzar el objetivo de ser una ciudad inteligente y, a su vez, puede servir a las ciudades que tienen más recorrido para continuar mejorando y superándose.

Conclusiones

El concepto *smart city* ha revolucionado el ámbito de la gestión de ciudades de los últimos años, ya que se asocia a una oportunidad de ahorro y reducción de costes que es bien vista tanto por los responsables políticos como por los ciudadanos. Además, se están sentando las bases de la comunicación entre el ciudadano de a pie y la ciudad, lo que conlleva una relación que se debería desarrollar de manera que sea una verdadera mejora de la calidad de vida para el ciudadano y no solo para los gobiernos.

Como paradigma reciente que se está implantando, en general, cada uno de los participantes (gobiernos, empresas tecnológicas, ciudadanos, inversores, etc.) está trabajando según su criterio o bien aceptando algún criterio de terceros. Esto puede provocar un gasto innecesario de recursos. Es de vital importancia que desde las principales instituciones relacionadas con las *smart cities* a nivel global se alineen criterios y se establezca un

estándar para el sector. Esto permitiría evaluar los progresos de las ciudades y compararlas de una manera más certera que en la actualidad.

Como resultado de este estudio, y tras seleccionarse una definición de referencia que ha servido para tener un concepto *smart city* de partida, se han establecido las características que componen una *smart city* y se ha realizado una investigación extensiva para encontrar una gran base de indicadores de diferentes entidades. Después, se han procesado esos indicadores hasta conseguir obtener un conjunto de indicadores que han servido para medir una *smart city*. Finalmente, se ha propuesto cómo realizar una evaluación de ciudades inteligentes a partir del cálculo de la puntuación de cada ciudad. En definitiva, se ha desarrollado un estándar de medición y de evaluación de ciudades inteligentes.

Es destacable que el tiempo en establecer estándares es crucial, ya que el mundo de la *smart city* está comenzando ahora, pero en las próximas décadas debería ser algo habitual. Por tanto, establecer esos patrones cuanto antes permitirá reducir los costes asociados a la falta de interoperabilidad y de escalabilidad entre sistemas.

Si se mira hacia adelante, no se puede dejar de pensar que la *smart city* es el presente y futuro de la ciudad, sin lugar a duda. Las primeras actuaciones que se están llevando a cabo no son más que el cimiento de lo que está por venir.

Por todo ello, la fijación de la definición, la revisión de las categorizaciones e indicadores, el refinamiento de los mismos y el *ranking* elaborado pueden ser herramientas útiles para el avance en la introducción, difusión y medida de las *smart cities* y sería la contribución de este estudio a toda la ciudadanía.

Bibliografía

Arizmendi, S. (2015, diciembre). *Contribución a la definición de indicadores para la medición y valoración de smart cities*. Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá.

Atkinson, R. D. y Nager, A. B. (ITIF) (2014, junio). *The 2014 State New Economy Index* [en línea]. Disponible en: <http://www2.itif.org/2014-state-new-economy-index.pdf> [Consulta: 2016, 14 de mayo].

Batagan, L. (2011). *Indicators for Economic and Social Development of Future Smart City* [en línea]. Disponible en: http://www.jaqm.ro/issues/volume-6,issue-3/pdfs/3_batagan.pdf [Consulta: 2016, 14 de mayo].

Between (2013). *Smart City Index: Confrontarsi per Diventare Smart* [en línea]. Disponible en: http://www.trail.unioncamere.it/writable/documenti/Between_SmartCityIndex2013.pdf [Consulta: 2016, 14 de mayo].

Centro de Innovación del Sector Público de PwC e IE Business School (2015). *Smart Cities: La transformación digital de las ciudades* [en línea]. Disponible en:

<https://m2m.telefonica.com/libroblanco-smart-cities/media/libro-blanco-smart-cities-esp-2015.pdf> [Consulta: 2016, 2 de mayo].

Cohen, B. (2014, 20 de noviembre). *The Smartest Cities In The World 2015: Methodology* [en línea]. Disponible en: <http://www.fastcoexist.com/3038818/the-smartest-cities-in-the-world-2015-methodology> [Consulta: 2016, 2 de mayo].

Comisión de Ciudades Digitales y del Conocimiento (2012). *Smart Cities Study: International study of the situation of ICT, innovation and Knowledge in cities* [en línea]. Disponible en: http://www.uclg-digitalcities.org/app/uploads/2015/06/en_smartcitiesstudy.pdf [Consulta: 2016, 14 de mayo].

Dublin City Council (2013). *Sustainability Report 2013* [en línea]. Disponible en: <http://www.dublincity.ie/sites/default/files/content/YourCouncil/CouncilPublications/Documents/SustainabilityReport2013.pdf> [Consulta: 2016, 21 de mayo].

Economic and Social Commission for Western Asia (UN ESCWA) (2005). *Information Society Indicators* [en línea]. Disponible en: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/unescwa/unpan030396.pdf> [Consulta: 2016, 14 de mayo].

Eglè, J. y J. (2015). *Smart Public Governance: dimensions, characteristics, criteria* [en línea]. Disponible en: <http://irspm2015.com/index.php/irspm/IRSPM2015/paper/viewFile/1286/582> [Consulta: 2016, 14 de mayo].

European Commission (2015). *Digital Economy and Society Index (DESI) Anexo* [en línea]. Disponible en: <https://eu-smartcities.eu/sites/all/files/documents/DESI20-20Annex20Table20Structure20EU20Data.pdf> [Consulta: 2016, 14 de mayo].

- (2014, mayo). *Delivering the European Advantage. How European governments can and should benefit from innovative public services* [en línea]. Disponible en: http://ec.europa.eu/information_society/newsroom/cf/dae/document.cfm?doc_id=5811 [Consulta: 2016, 14 de mayo].

- (2013, febrero). *European Tourism Indicator System TOOLKIT For Sustainable Destinations* [en línea]. Disponible en: http://bookshop.europa.eu/en/the-european-tourism-indicator-system-pbNB3213182/downloads/NB-32-13-182-EN-C/NB3213182ENC_002.pdf;pgid=lq1Ekni0.1ISR00OK4MycO9B0000f8_QXTgr;sid=4Bna-e3e_sHa9bqR2SNEXo_758rcKuoN5so=?FileName=NB3213182ENC_002.pdf&SKU=NB3213182ENC_PDF&CatalogueNumber=NB-32-13-182-EN-C [Consulta: 2016, 21 de mayo].

- (2012, julio). *EGovernment Benchmark Framework 2012-2015* [en línea]. Disponible en:

https://ec.europa.eu/digital-agenda/sites/digital-agenda/files/eGovernment20Benchmarking20method20paper20published20version_0.pdf [Consulta: 2016, 21 de mayo].

European Commission Study for the European Commission (2008, abril). *Benchmarking ICT use among General Practitioners in Europe* [en línea]. Disponible en: http://www.rcc.gov.pt/SiteCollectionDocuments/ICT_Europe_final_report08.pdf [Consulta: 2016, 21 de mayo].

European Union Smart Culture Project (2013, junio). *Definition of Indicators of the Project* [en línea]. Disponible en: http://www.smartculture.eu/sites/default/files/d.1.2_definition_of_indicators_of_project.pdf [Consulta: 2016, 21 de mayo].

Eurostat (2015). *Smarter, greener, more inclusive? Indicators to support the Europe 2020 strategy* [en línea]. Disponible en: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/6655013/KS-EZ-14-001-EN-N.pdf/a5452f6e-8190-4f30-8996-41b1306f7367> [Consulta: 2016, 14 de mayo].

Fitsilis, A. y G. (2010). *An evaluation framework for e-government projects* [en línea]. Disponible en: http://dde.teilar.gr/publications/138/egovframeworkchapter_fitsilisanthopoulosgerogiannis.pdf [Consulta: 2016, 14 de mayo].

Gavelin, K., Burall, S. y Wilson, R. (2009, julio). *Open Government: beyond static measures* [en línea]. Disponible en: <http://www.oecd.org/gov/46560184.pdf> [Consulta: 2016, 21 de mayo].

Giffinger, R. et al. (2007, octubre). *Smart cities Ranking of European medium-sized cities* [en línea]. Disponible en: http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf [Consulta: 2016, 2 de mayo].

Hugony, C. y Roca, J. (2008, 9 de junio). *Indicadores para la Evaluación de Ciudades Históricas* [en línea]. Disponible en: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/2791/11_TESIS_Hugoni.pdf?sequence=1 [Consulta: 2016, 21 de mayo].

IDAE (2012, 18 de abril). *Mapa Tecnológico Ciudades Inteligentes* [en línea]. Disponible en: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Borrador_Smart_Cities_18_Abril_2012_b97f8b15.pdf [Consulta: 2016, 21 de mayo].

IESE Business School y Universidad de Navarra (2015). *Cities in Motion 2015* [en línea]. Disponible en: <http://www.iese.edu/research/pdfs/ST-0366.pdf> [Consulta: 2016, 21 de mayo].

IFMA (2013, junio). *2013 Energy Efficiency Indicator Survey* [en línea]. Disponible en: http://navitascap.com/wp-content/uploads/2013/11/061213_IBE_Energy_Efficiency_Indicator_

Survey.pdf [Consulta: 2016, 21 de mayo].

International Economic Development Council (2006, agosto). *Economic Development and Smart Growth* [en línea]. Disponible en:
http://www.iedconline.org/clientuploads/Downloads/edrp/IEDC_Smart_Growth.pdf [Consulta: 2016, 21 de mayo].

ITU (2015, marzo). *Key performance indicators definitions for smart sustainable cities* [en línea]. Disponible en:
http://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ssc/Documents/Finalized_Deliverables/fg-ssc-0270-r3-KPIs_definitions.docx [Consulta: 2016, 2 de mayo].

- (2013). *Measuring the Information Society* [en línea]. Disponible en:
https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/mis2013/MIS2013_without_Anex_4.pdf [Consulta: 2016, 21 de mayo].

Katić, A., Kiš, T., Čosić, I., Vukadinović, S. y Šeregelj, T. D. (2015). *Modelling the Composite Competitiveness Index of the Knowledge-based Society* [en línea]. Disponible en:
http://www.uni-obuda.hu/journal/Katic_Kis_Cosic_Vukadinovic_Seregelj_57.pdf [Consulta: 2016, 14 de mayo].

Lerner, W. y Little, A. D. (2011). *The Future of Urban Mobility: Towards networked, multimodal cities of 2015* [en línea]. Disponible en:
http://www.adlittle.com/downloads/tx_adlreports/ADL_Future_of_urban_mobility.pdf [Consulta: 2016, 21 de mayo].

Lombardi, P. (2011). *The Triple Helix of the Smart Cities visions* [en línea]. Disponible en:
http://www.smartcities.info/files/1420-20Patrizia20Lombardi20Smart20City20visions_1July2011.pdf [Consulta: 2016, 14 de mayo].

Ministerio de Industria, Energía y Turismo (2015). *Plan Nacional de Ciudades Inteligentes* [en línea]. Disponible en:
http://www.minetur.gob.es/turismo/es-ES/Novedades/Documents/Plan_Nacional_de_Ciudades_Inteligentes.pdf [Consulta: 2016, 2 de mayo].

Ministry of Foreign Affairs of Denmark (2006). *Monitoring and Indicators in the Sector of Environmental and Natural-Resource Management* [en línea]. Disponible en:
http://amg.um.dk/en/~media/amg/Documents/Technical20Guidelines/Indicators20in20sector s/Monitoring_Environment.pdf [Consulta: 2016, 21 de mayo].

MIT (s.a.). *Smart Cities: Vision* [en línea]. Disponible en:
<http://smartcities.media.mit.edu/frameset.html> [Consulta: 2016, 2 de mayo].

Norden (2013). *Nordic eHealth Indicators: Organisation of research, first results and the plan for the future* [en línea]. Disponible en:

<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:700970/FULLTEXT01.pdf> [Consulta: 2016, 21 de mayo].

ODI (2014, enero). *Governance targets and indicators for post 2015* [en línea]. Disponible en: <http://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/8789.pdf> [Consulta: 2016, 14 de mayo].

Parlamento Europeo (2014). *Mapping Smart Cities in the UE* [en línea]. Disponible en: http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE_ET28201429507480_EN.pdf [Consulta: 2016, 2 de mayo].

Sartori, J., Moore, T. y Knaap, G. (2011, enero). *Indicators of Smart Growth in Maryland* [en línea]. Disponible en: http://smartgrowth.umd.edu/assets/documents/indicators/2011_smart_growth_indicators_report_appendices.pdf [Consulta: 2016, 21 de mayo].

Sen, L., Majumdar, S. R., Highsmith, M., Cherrington, L. y Weatherby, C. (2011, octubre). *Performance Measures for Public Transit Mobility Management* [en línea]. Disponible en: <http://d2dtl5nnpfr0r.cloudfront.net/tti.tamu.edu/documents/0-6633-1.pdf> [Consulta: 2016, 21 de mayo].

Sernaglia Gomes, C. y Mateus Moretto, E. (2011, 14 de mayo). *A Framework of indicators to support urban Green area planning: a Brazilian case study* [en línea]. Disponible en: [http://www.iaees.org/publications/journals/piaees/articles/2011-1\(1\)/A-framework-of-indicators-to-support-urban.pdf](http://www.iaees.org/publications/journals/piaees/articles/2011-1(1)/A-framework-of-indicators-to-support-urban.pdf) [Consulta: 2016, 21 de mayo].

Siemens (2012). *Green City Index* [en línea]. Disponible en: http://www.siemens.com/entry/cc/features/greencityindex_international/all/en/pdf/gci_report_summary.pdf [Consulta: 2016, 21 de mayo].

Smart Cities Council (2014, 13 de agosto). *Dissecting ISO 37129: Does your city's air quality measure up to the new Smart City standard?* [en línea]. Disponible en: <http://smartcitiescouncil.com/article/dissecting-iso-37120-does-your-citys-air-quality-measure-new-smart-city-standard> [Consulta: 2016, 21 de mayo].

Smart Dubai (s.a.). *Our Dimensions. Smart Dubai Project Website* [en línea]. Disponible en: http://www.smartdubai.ae/foundation_dimensions.php [Consulta: 2016, 2 de mayo].

United Nations (2014). *E-Government Survey 2014* [en línea]. Disponible en: http://unpan3.un.org/egovkb/Portals/egovkb/Documents/un/2014-Survey/E-Gov_Complete_Survey-2014.pdf [Consulta: 2016, 21 de mayo].

United Nations. Partnership on Measuring ICT for Development (2005, noviembre). *Core ICT Indicators* [en línea]. Disponible en: <http://unstats.un.org/unsd/statcom/doc07/BG-ICT.pdf> [Consulta: 2016, 14 de mayo].

Urban Mass Transit Company Limited (2010-2011). *Bangalore Mobility Indicators 2010-11* [en línea]. Disponible en:
[http://www.urbantransport.kar.gov.in/Bangalore20Mobility20Indicators_\(22-12-2011\).pdf](http://www.urbantransport.kar.gov.in/Bangalore20Mobility20Indicators_(22-12-2011).pdf)
[Consulta: 2016, 21 de mayo].

US Environmental Protection Agency WEB (s.a.). *Indicators* [en línea]. Disponible en:
<https://www3.epa.gov/climatechange/science/indicators/index.html> [Consulta: 2016, 21 de mayo].

World Economic Forum (2013). *The Networked Readiness Index 2013: Benchmarking ICT Uptake and Support for Growth and Jobs in a Hyperconnected World* [en línea]. Disponible en:
http://www.searo.who.int/entity/health_situation_trends/country_profiles/e_health/wef_gitr_2013_nri_structure.pdf [Consulta: 2016, 14 de mayo].