

Las infraestructuras de datos espaciales como apoyo al desarrollo de la ciudad inteligente

Space Data Infrastructures as a Support for the Development of Intelligent City

Sandra Yanet Velazco¹
Alexandra Abuchar Porras²
Gabriel Andres Alzate³



Resumen

En estos nuevos tiempos, las Tecnologías de la Información y la Comunicación - TIC, han venido cambiando la forma en que se estudian, se analizan y visualizan las grandes urbes.

Este tipo tecnologías en conjunto con otras dispuestas para la gestión de la información geoespacial, como es el caso de las Infraestructuras de Datos Espaciales – IDE, han impulsado el uso y reuso de datos que se convierten en información más dinámica, de calidad y en tiempo real para una oportuna toma de decisiones y apropiada gestión.

Estos datos son provistos por las ciudades a modo información que sirven para conocer y evidenciar la realidad de estas ciudades, como centros de desarrollo hacia las ciudades del futuro o ciudades inteligentes.

Palabras clave: IDE, Ciudad inteligente, sostenibilidad, sensores.

Abstract

In these new times, Information and Communication Technologies (ICT) have been changing the way the large cities are studied, analyzed and visualized.

This type of technologies, along with others available for the management of geospatial information, such as the Spatial Data Infrastructures (IDE), have led to the use and reuse of data that become more dynamic, quality and timely information For timely decision-making and appropriate management.

These data are provided by cities as information that serves to know and evidence the reality of these cities, as centers of development towards cities of the future or smart cities.

Keywords: SDI, Smart city, sustainability, sensors.

1 sandra_velazcof@yahoo.com
2 abucharalexandra2@gmail.com
3 gabriel.andres.alzate@gmail.com

Introducción

En los últimos años, gracias a las Tecnologías de la Información y la Comunicación - TIC, la forma en que se estudian, se analizan y visualizan las urbes ha cambiado. Estas tecnologías junto con otras tecnologías que gestionan la información geoespacial, como es el caso de las Infraestructuras de Datos Espaciales – IDE, han fomentado y facilitado el uso de datos que se convierten en información más dinámica, reutilizable, de calidad y en lo posible de tiempo real, información provista por las ciudades y que facilitan el conocer y evidenciar los diferentes contextos y realidades de estas urbes, como instrumento de sus desarrollo hacia una ciudad de futuro o ciudad inteligente.

Una ciudad inteligente encuentra en estas tecnologías una herramienta para incrementar su funcionamiento y gestión en diferentes ámbitos, mostrándose como una ciudad más eficiente, competitiva y sustentable.

Sin duda, en conjunto tanto las TIC como las IDE se muestran como instrumentos que permiten percibir la naturaleza propia de las dinámicas urbanas y facilitan el abordar con más y mejores herramientas, sus capacidades como ciudad para una acertada toma de decisiones.

Estas capacidades junto con una acertada planeación, propician un óptimo desarrollo urbano a satisfacción de las necesidades primarias de sus ocupantes, generando ciudades con visión futura de organización, sostenibilidad y aprovechamiento de sus recursos. En este sentido el presente trabajo relaciona una serie de conceptos de ciudad inteligente con el uso de las tecnologías de gestión geoespacial, en especial las Infraestructuras de Datos Espaciales y los usos que se le ha dado al interior de estas.

La ciudad inteligente

Aunque hay una abundante literatura sobre el tema, no existe una definición definitiva de Ciudad Inteligente o Smart City. No obstante, la definición generalizada de las ciudades inteligentes se refiere al uso de la tecnología, especialmente la tecnología de la información y las comunicaciones (TIC) y la computación inteligente, en la conformación de la habitabilidad y la sostenibilidad de las ciudades [1].

Así, una Smart City se puede ver como una innovación y transformación urbana que tiene como objetivo aprovechar las infraestructuras físicas, Tecnologías de Información y Comunicación, los

recursos de conocimiento, e infraestructuras sociales para la regeneración económica, la cohesión social, una mejor administración de la ciudad, y la gestión de la infraestructura [2].

Una ciudad inteligente entonces, es una ciudad que utiliza tecnología digital para mejorar la eficiencia y resolver los problemas urbanos [3]. En consecuencia, algunos aspectos importantes que se deben activar en las ciudades inteligentes son [4]:

La Innovación Económica, con la innovación en las industrias, la potenciación del conocimiento, la potenciación de la educación y empleo y la creación de nuevo conocimiento.

La Infraestructura Urbana, con una mejora y potenciación del Transporte, utilidad energética, protección y seguridad del medio ambiente.

La Gobernanza, con una democracia más participativa y directa, servicio al ciudadano para mayor calidad de vida, mejor servicio de la administración del ciudadano.

Sin duda, la ciudad inteligente o smart city, es uno de los términos que mayor expansión ha tenido a la hora de referirse a un nuevo modelo de hacer ciudad [5]. Este concepto no solo se centra en los nuevos proyectos de crecimiento urbano, se dirige también a la adecuación de las actuales ciudades en ciudades inteligentes [6], si se tiene en cuenta que para el 2050, las ciudades albergarán el 70% de la población mundial, lo que exigirá expansión e infraestructura.

Las áreas urbanas crecen a un ritmo acelerado. Bajo el concepto de ciudad inteligente, las urbes a lo largo y ancho del mundo, han emprendido acciones para mejorar las condiciones de vida de sus habitantes, y diferenciando ciertos parámetros por los que se valora más a una ciudad que otra. Para ello se consideran 10 dimensiones que son clave: Gobernanza, planificación urbana, gestión pública, tecnología, medioambiente, proyección internacional, cohesión social, movilidad y transporte, capital humano y economía [7].

Las ciudades más inteligentes impulsan el crecimiento económico sostenible y la prosperidad para sus ciudadanos. Sus dirigentes disponen de las herramientas necesarias para analizar los datos que les permitirán tomar mejores decisiones, anticiparse a los problemas para resolverlos de forma proactiva y coordinar los recursos para actuar de forma eficiente [8].

La población urbana ha crecido de forma progresiva a lo largo del siglo XX, de manera que mientras en 1950 apenas un 30 % de la población mundial vivía en áreas urbanas [9]. En 2007, por primera vez en la historia de la humanidad, la población urbana mundial superó a la rural y el mundo se hizo predominantemente urbano. De tal manera que para 2015, el 54% de la población mundial es urbana y está previsto que se alcance el 60% en 2020 lo que equivaldrá a más de 5.000 millones de urbanitas [10]. Las proyecciones de futuro muestran que este fenómeno demográfico de traslado del campo a la ciudad se va a consolidar en los próximos años. Se espera que en 2050 la distribución de la población se haya invertido con respecto a un siglo antes: solo un tercio del mundo será rural [11].

Fig. 2. Población urbana y rural mundial en millones (1950 - 2050).

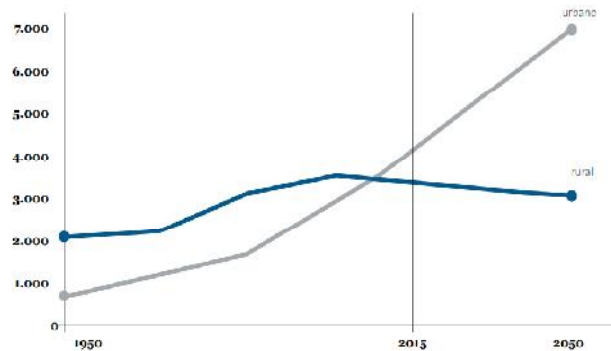


Gráfico 1. Población urbana y rural mundial en millones (1950 - 2050). Fuente: [11]

El grado de la urbanización a nivel regional dista de ser homogéneo. En 2015, el continente americano ya supera el 80% de población urbana. Europa le sigue con un 73%, que se espera aumente a un 80% en 2050. El contraste lo proporcionan África y Asia, que siguen siendo todavía predominantemente rurales (40% y 48% de población urbana respectivamente – véase gráfico 2) [11].

Grandes planes en cuanto a ciudades inteligentes se están llevando a cabo al rededor del mundo, desde América del Norte y Europa Occidental a las naciones en desarrollo como Asia y África, al igual que China, India y Nigeria. Entre los principales factores que impulsan esta necesidad está el rápido crecimiento de su población, la rápida urbanización e industrialización. Es allí donde las iniciativas de ciudades inteligentes están diseñadas y construidas para atender todos estos desafíos, no solo incluyendo la seguridad ciudadana y el bienestar, también la gestión del agua, gestión de la energía, la movilidad urbana, y la iluminación de las calles [12].

Fig. 3. Distribución mundial de la población urbana (1950-2050).

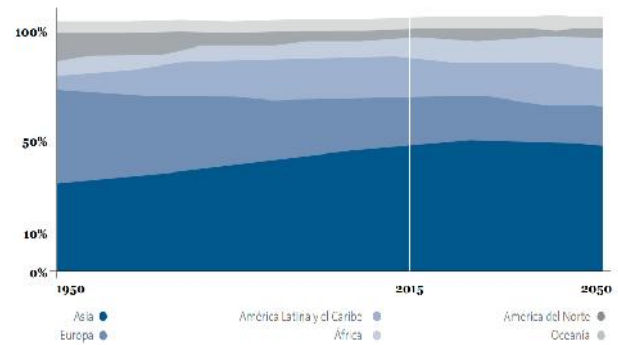


Gráfico 2. Distribución mundial de la población urbana (1950-2050). Fuente: [11].

Juniper Research en 2015, reveló una clasificación con las mejores ciudades inteligentes a nivel mundial para ese año [34], resaltando en primer lugar a Barcelona (España), en segundo lugar New York (USA), luego, London (Inglaterra), Nice (Italia) y Singapore (Singapore) en quinto lugar como las ciudades con mayores capacidades “inteligentes”, con especial énfasis en el uso de redes inteligentes, gestión inteligente del tráfico e iluminación inteligente de calles, aspectos como la capacidad tecnológica y la cohesión social. Para este año, la ciudad de Barcelona se desempeñó consistentemente bien en todas las métricas y sirvió como un modelo de éxito del que otros pueden aprender, reforzado por fuertes iniciativas ambientalmente sostenibles. Por lo general, las clasificaciones de ciudades inteligentes, exigen un alto nivel de compromiso con la democracia y la sostenibilidad local, pero cada estudio presta diferente atención a los distintos criterios.

En este caso, por ejemplo, las clasificaciones de Juniper Research se centran en la destreza con que las ciudades implementan de forma inteligente la sostenibilidad y eficiencia. Sin embargo, hay otros estudios como el de Fast Company (<https://www.fastcompany.com/>) que se enfoca sobre las mejoras en la prestación de servicios a los ciudadanos. Mientras que Intelligent Community Forum (www.intelligentcommunity.org/), por ejemplo, tiende a centrarse en las zonas urbanas de tamaño medio que han aprovechado con éxito las nuevas tecnologías para reinventarse.

En este sentido, la clasificación mostrada por cada una de ellas para 2015 se relaciona a continuación (véase gráfico 3):

Smartness rankings & some of their favorite cities		Livability rankings & some of their favorite cities		
Juniper Research "Global Smart City"	Fast Company "Top 10 Smart Cities"	ICF "Intelligent Communities"	Economist "Global Livability Ranking"	Mercer "Quality of Living Survey"
<ol style="list-style-type: none"> Barcelona, Spain New York City, USA London, Great Britain Nice, France Singapore, Republic of Singapore 	<ol style="list-style-type: none"> Vienna, Austria Toronto, Canada Paris, France New York City, USA London, Great Britain 	<ol style="list-style-type: none"> Columbus, USA Arlington County, USA Surrey, Canada Ipswich, Australia Mitchell, USA 	<ol style="list-style-type: none"> Melbourne, Australia Vienna, Austria Vancouver, Canada Toronto, Canada Calgary, Canada 	<ol style="list-style-type: none"> Vienna, Austria Zurich, Austria Auckland, New Zealand Munich, Germany Vancouver, Canada

Gráfico 3. Ranking de Ciudades inteligentes.
Fuente: [13]

Para el 2016, un nuevo estudio realizado por Juniper Research en donde evalúa unas 40 métricas, que abarcan tecnología, transporte, energía, datos abiertos y economía, a ciudades en todo el mundo, se encontró en primer lugar a la ciudad de Singapur (Singapur), seguido de Barcelona (España), London (Inglaterra), San Francisco (USA) y Oslo (Noruega) [35]. Se encontró que Singapur es un líder mundial en la aplicación de las políticas de movilidad y tecnologías inteligentes. Su servicio de banda ancha, las aplicaciones de la ciudad y una fuerte política de datos abiertos la llevaron a ocupar el primer lugar en 2016.

La ciudad, una gran generadora de datos

Años atrás los datos generados y trabajados en las ciudades y de los ciudadanos eran de tipo estático. Hoy en día, es posible encontrar enormes volúmenes de información de todo tipo, incluida la de tipo geoespacial, que es gestionada por las administraciones pero que no siempre está disponible para los ciudadanos y la sociedad.

Más sin embargo, uno de los problemas más habituales entre los usuarios de la información geoespacial y que más recursos (tiempo, dinero, esfuerzo...) consume, es el intercambio de datos geográficos entre distintos sistemas, uso de distintos formatos, en los modelos, en el volumen a compartir y en las políticas de uso [14].

Durante las últimas décadas, las decisiones sobre las infraestructuras y los servicios de la ciudad se han basado principalmente en datos estructurados almacenados en numerosas bases de datos relacionales, reguladas por diferentes organismos públicos. Actualmente, las ciudades se enfrentan a un aumento de cien mil veces en su volumen de datos. Este aluvión de datos se ha originado a partir

de la proliferación de tecnologías (p.e., el Internet de las cosas, teléfonos móviles, sensores, etc.), las iniciativas de datos abiertos y el contenido generado por los usuarios. En la ciudad cada tipo de dato debe ser abordado de una manera diferente, y su conjunto ofrecen mayores oportunidades para hacer más inteligentes las ciudades, como un todo coherente e interoperable [15]. Con lo anterior, como generadores de datos en una ciudad se pueden mencionar los siguientes:

Datos abiertos: datos no confidenciales no restringidos en privacidad. Producidos con recursos públicos o privados y se ponen a disposición sin ningún tipo de restricción para su uso o distribución. En tal caso, los gobiernos en todo el mundo han proporcionado miles de conjuntos de datos abiertos (transporte, agua, medio ambiente y geoespacial...) para hacer frente a los problemas urbanos complejos.

Datos privados: datos restringidos y/o con licencia, incluyendo el permiso, la privacidad, la publicación y distribución. Producidos ya sea con recursos públicos o privados. Por lo general son datos recogidos en el curso de las actividades de un sector. Este tipo de datos puede ser información de identificación personal, datos demográficos, registros de salud, información de seguridad nacional, y la información legal relativa a las personas o empresas en manos de empresas o autoridades. Debido a su naturaleza sensible, el tipo de datos están sujetos a controles más estrictos que otros tipos de datos.

Datos comerciales: datos con licencia, incluyendo el permiso, carga, uso y distribución. Producidos ya sea con recursos públicos o privados. Estos datos pueden revelar información importante acerca de las personas, lugares, servicios y negocios. Este tipo de datos se pueden originar a partir de las instituciones financieras, servicios de comunicación, incluyendo los datos de localización, tiendas, servicios, etc. Por ejemplo, la compra de bienes pueden revelar información sobre los ingresos, la información de la ubicación del individuo pueden proporcionar información acerca de cómo las personas se trasladan en la ciudad.

Datos sensoriales: datos abiertos y/o restringidos, recogidos por los sensores, actuadores y dispositivos propiedad del sector público, privado, y ciudadanos. Las infraestructuras, estarán dotadas por datos multiestructurados en tiempo real, que están catalizados por millones de dispositivos conectados en redes electrónicas, y serán los encargados de gestionar y operar la infraestructura de la ciudad (por ejemplo, sensores, tarjetas inteligentes, contadores inteligentes, reconocimiento de

matrículas cámaras, actuadores, luminarias, etc.). Los datos sensoriales se recoge mediante diferentes dispositivos conectados, por lo general de naturaleza diversa (temperatura, luz, leña, multimedia, etc.), sobre todo lugar y tiempo dependiente, y presentan diferentes niveles de calidad.

Datos del sector público: datos restringidos relativos a la ubicación, la seguridad nacional, la sensibilidad comercial y privacidad. Los datos producidos, recogidos o financiados por el sector público.

Datos del sector privado: datos producidos, recogidos o financiada por el sector privado, que puede ser abiertos, privados y comerciales. En el caso de los datos privados, las restricciones de uso y distribución se deciden por las empresas de manera individual.

Multitud de fuentes de datos (ciudadanos): datos proporcionados, recogidos y distribuidos por los seres humanos a través del uso de las tecnologías digitales y las redes sociales.

El contenido geográfico generado por los usuarios y de colaboración abierta, son de hecho dos características importantes para una ciudad inteligente la ciudad inteligente. Los ciudadanos utilizan cada vez más la tecnología, especialmente la tecnología móvil, para contribuir de manera voluntaria y proporcionar información local y compartida basada en el lugar. Ellos mismos se convierten en productores y consumidores de esta información [16].

Los ciudadanos, son capaces de proporcionar en sus redes sociales (p.e.) información en tiempo real sobre sus experiencias espaciales, compartir recuerdos personales, informar sobre las ineficiencias y las áreas problemáticas dentro de la ciudad, o la calificación de los servicios prestados en diferentes lugares. Este tipo de servicio se basado en colaboración, y soportada en los sistemas de localización, hace de la comunidad una fuente de información, convirtiendo a los ciudadanos en sensores [17].

Este término de “ciudadanos como sensores”, también es tema importante para las Infraestructuras de Datos Espaciales, ya que muestra espacialmente a aquellos ciudadanos como una fuente dinámica de información para alimentar las IDE, así como el sistema de seguimiento de las ciudades inteligentes [16].

Los ciudadanos generan gran cantidad de datos que pueden ser subidos y facilitados a través de Internet a través de gran cantidad de herramientas

dispuestas en la web, y que permiten gestionar, visualizar, socializar y compartir dichos datos, para hacer de estos, información accesible para cualquier usuario. El ordenador nos ha permitido crear contenido, e Internet, compartirlo. Pese a la existencia de diferentes tipos de sensores, que son el principio de una Smart City y la base de su funcionamiento, en la actualidad hay información de una Smart City realmente útil que es imposible de almacenar por un sensor. Es en este punto donde los “ciudadanos inteligentes” son los protagonistas [18]. Como ejemplo de este tipo de información podemos señalar: informar sobre el mal uso de las infraestructuras públicas de la ciudad, informar sobre accidentes de tráfico, informar sobre el estado del tráfico, posibles atascos o vías en mal estado, etc.

Por otro lado, en una ciudad inteligente los sensores inteligentes (es aquel que combina la función de detección y alguna de las funciones de procesamiento de la señal y comunicación), están repartidos por toda la ciudad y proporcionan la información a las administraciones públicas o directamente al ciudadano a través del Wifi y a tiempo real. Por lo tanto, en una Smart City cualquier ciudadano puede consultar el dato que necesite a través de algún dispositivo electrónico. Así, toda la ciudad puede estar conectada, y sus ciudadanos también.

Los muchos y variados tipos de sensores que se pueden ubicar en las ciudades inteligentes, van desde aquellos que controlan el tráfico y el estacionamiento hasta los niveles de polen o de CO2 que hay en la ciudad. Así entonces, los más básicos e importantes, y que proporcionan la información más relevante, son [18]:

Sensores de aparcamiento, facilitan la fluidez del tráfico dentro de las ciudades, evitando así que los automóviles estén dando vueltas en busca de aparcamiento.

Sensores de tráfico, facilitan a los ciudadanos y a las administraciones públicas saber el estado del tráfico, posibles incidencias o incluso elegir la ruta de menos congestión. También contribuyen al manejo de los semáforos, como de las vallas o puentes elevadores.

Sensores de humedad, contribuyen a la gestión de parques y jardines públicos, haciendo que el regado sea cuando realmente la tierra lo necesite y durante el tiempo justo. Estos sensores pueden ajustar el riego y así ahorrar mucha agua.

Sensores de luz, es uno de los más comunes. Detecta si se hace de noche o amanece o si la ciudad necesita más luz o menos a causa del tiempo. El sensor de luz hace que el alumbrado público se encienda o apague, en función de la luz natural que hay en la ciudad.

Sensores de paso, pueden hacer que el alumbrado público permanezca con una luz tenue hasta que detecte el paso de algún vehículo o peatón. Es en ese momento cuando la luz del alumbrado por esa zona se intensificará hasta que deje de detectar el paso del vehículo o peatón.

Sensores meteorológicos y de contaminación. Con los meteorológicos se puede conseguir la monitorización y seguimiento de los parámetros ambientales. Medir, por ejemplo, la calidad del aire, la calidad del agua, el ruido, la humedad, la temperatura y la concentración de polen. En cambio, los sensores de contaminación miden otras variables medioambientales, como la concentración de CO₂ y de las partículas en suspensión.

Sensores de recogida y tratamiento de residuos urbanos, avisan, por ejemplo, cuando los contenedores están llenos y ayudan a planificar la retirada de los residuos según las necesidades reales de la ciudad. Este hecho hace que las rutas de los recogedores de basura sean más eficaces.

Sensor de control de consumo de agua y electricidad, tienen la función de concienciar al ciudadano sobre el consumo que hace de estos dos recursos. Estos sensores interactuarán con algún dispositivo donde se reflejará la lectura del consumo, en búsqueda de un mayor ahorro energético.

Sensores de la red eléctrica, hacen que la red eléctrica de la Smart City sea inteligente, avisando de las incidencias que se producen a lo largo de la red eléctrica, de los datos de consumo o de la meteorología (estos últimos para prevenir posibles incidencias a causa de algún fenómeno climático).

Muchas iniciativas de esta índole se presentan actualmente alrededor del mundo, y que se sustentan incluso en otra serie de tecnologías, como la geolocalización, o el Internet de las Cosas (IoT). Ejemplo de ello lo encontramos en Barcelona, España, un proyecto del Fab Lab Barcelona4 ideado para formar la mayor red de “sensores ciudadanos de la ciudad”, con el objeto de visualizar y compartir, de una forma distribuida, los datos ambientales que día a día se generan en el área metropolitana. Y, por supuesto, sensibilizar sobre ello [19]. El proyecto consta de un kit de sensores capaz de recolectar información acerca de variables ambientales como: temperatura, sonido, humedad, calidad de aire, radiación solar y luz entre otros.

Uso de las Infraestructuras de Datos Espaciales – IDE

Desde un punto de vista tecnológico y social, vivimos inmersos en ese fenómeno llamado “globalización”, un proceso traído de la mano por la evolución de las TIC, por el que la creciente conectividad e interdependencia entre todos los países del mundo y entre todos los ámbitos de actuación, unifica mercados, sociedades y culturas. En este sentido, actualmente cualquier tipo de información tecnológicamente relevante la encontramos en la web. Ante esto, la información geoespacial no es ajena a esta situación, y como consecuencia del impacto de esa globalización en el sector de la Información geoespacial, emergen las Infraestructuras de Datos Espaciales – IDE, como evolución de los Sistemas de Información Geográfica (sistema para la gestión, análisis y visualización de conocimiento geográfico estructurado en diferentes conjuntos de información). Una IDE es, nada más y nada menos, que un SIG implementado sobre Internet, una IDE es un SIG globalizado [20].

Un aspecto central en la comprensión de esta evolución es el potencial desarrollo de la cartografía, y la manera práctica de ser visualizada. Otro aspecto relevante es el exponencial desarrollo y crecimiento de la gestión territorial representados en una gran cantidad de iniciativas a nivel nacional e internacional.

Como resultado del impacto de la globalización en el sector de la información geoespacial y del retorno efectivo de la filosofía de los sistemas abiertos (es aquel que proporciona alguna combinación de interoperabilidad, portabilidad y uso de estándares abiertos), y suponen un avance muy notable en la madurez tecnológica de la Geomática (es el término científico moderno que hace referencia a un conjunto de ciencias en las cuales se integran los medios para la captura, tratamiento, análisis, interpretación, difusión y almacenamiento de información geográfica. También llamada información espacial o geoespacial), al aportar la estandarización de las interfaces de uso y la normalización de los servicios en que se basan [21].

Las IDE responden a un modelo de pensamiento en el que sobresale el trabajo colaborativo tanto vertical como horizontal en todas las escalas [22]. Una IDE es una jerarquía integrada, de múltiples niveles de IDE interconectadas por medio de asociaciones a nivel corporativo, locales, estatales/provinciales, nacionales, regionales (multinacionales) y globales.

4 Fab Lab Barcelona, <https://fablabbcn.org/>.

Esto permite a los usuarios ahorrar recursos, tiempo y esfuerzo cuando se trata de adquirir nuevos conjuntos de datos, evitando duplicidad de gastos asociados con la generación y mantenimiento de los datos y su integración con otros datos [16].

Ante esto se puede decir que una IDE, puede ser vista como una solución basada en la red para proporcionar un acceso fácil, consistente y efectivo a la información y servicios geográficos para mejorar la toma de decisiones en el mundo real en el que vivimos y nos relacionamos [23].

Las IDE han supuesto de hecho la superación de los principales problemas que presentaban el uso de los SIG tradicionales (duplicidad de datos, modelos y formatos poco normalizados, información de difícil acceso, etc.), posibilitando datos vía Web, más accesibles, normalizados y en tiempo real.

Como se mencionó con anterioridad, las ciudades inteligentes pueden identificarse o agruparse en seis ejes o características: economía inteligente, movilidad inteligente, ambiente o entorno inteligente, ciudadano inteligente, vivienda inteligente y gobernanza inteligente. En este contexto, las ciudades deben ser vistas como espacios idóneos, donde su información debe estar organizada a través de un sistema de información geoespacial centralizado. Para ello surgieron las IDE, para contar con datos homogéneos, validados, oficiales, de calidad y en tiempo real.

El esquema general que configura una IDE como el eje central alrededor del cual construir los servicios de la ciudad inteligente, recoge varios modos en el nivel de captación de información: datos de referencia, información en tiempo real, datos históricos e informaciones de terceras partes [24].

El máximo nivel en la creación de datos en la ciudad se encuentra en la información ubicua. Se asocia con el nivel superior de madurez (conectado). Se consigue cuando, en cualquier momento o lugar, información a medida es entregada de forma proactiva a los ciudadanos (sólo aquellos que lo desean), sin necesidad de ir ellos mismos a buscarla. Tanto el alojamiento ubicuo de los datos como la conectividad de cualquier sensor (p.e., internet de las cosas) son los pilares sobre los que se sustenta este nivel de madurez, que al combinarse con los perfiles de los ciudadanos habilita la información a medida. La información se puede organizar a través de plataformas abiertas y seguras, y empresas privadas y públicas pueden acceder a dicha información a través de mecanismos que permiten innovar y optimizar sus operaciones [25].

Los sistemas de información actuales no solo permiten capturar la información de una manera más eficiente, sino que ofrecen una información en tiempo real a quien la requiera, como acción que permita tomar decisiones en un punto concreto del territorio. La ciudad es ante todo un espacio geográfico muy complejo. Su pueden analizar desde grandes dinámicas de movimiento diario de la periferia al centro, hasta dinámicas más concretas [26].

La Infraestructura IDE en las ciudades inteligentes

Los datos geoespaciales son fundamentales para un sinnúmero de acciones en una ciudad inteligente, desde la planificación de la ciudad a la atención al ciudadano.

Muchas ciudades en el mundo se están guiando por las Infraestructuras de Datos Espaciales, como herramienta para la planificación y supervisión del desarrollo espacial y la consecución de los resultados deseados. La avanzada tecnología disponible a través de imágenes de satélite y plataformas SIG está facilitando este proceso [27].

A lo largo y ancho de este mundo, administraciones, empresas de servicio y de transporte, ciudadanos del común y otras entidades, se están asociando en busca de nuevas tendencias tecnológicas que les permitan mejorar las interconexiones entre las ciudades y sus habitantes, así como para desarrollar formas más eficientes de trabajo y construir entornos urbanos de calidad, es decir, en busca de crear ciudades inteligentes [28].

Las ciudades proliferan como los elementos más comunes en la organización del territorio a la hora de analizar la población y así se augura que sea en el futuro. Bien sean inteligentes, sostenibles o creativas, necesitan de unos sistemas de gestión bien desarrollados y certeros [5]. Las Infraestructuras de Datos Espaciales, IDE, se constituyen como una herramienta fundamental para ordenar, clasificar y planificar sobre la ciudad.

Tecnologías como estas juega un papel fundamental y más en la apropiada gestión del territorio. Más del 80% de la información que maneja actualmente un ayuntamiento (alcaldía) está geoposicionada, las infraestructuras, el patrimonio, parques y jardines, niveles socio-económicos, inversión, etc., todo está o puede estar representado espacialmente. Las Infraestructuras de Datos Espaciales, por tanto, se constituyen como el eje central que permite conectar todo lo que supone una Ciudad Inteligente [29].

Muchas son las soluciones sobre Infraestructuras de Datos Espaciales que encontramos en la web y que pueden ser en un 100% libres, ejemplo de ello la que plantea y ofrece la Asociación gvSIG, solución valenciana (España), que permite realizar las acciones de todo un Sistema de información Geoespacial.

Sin duda la tecnología debe acompañar y prestar servicio a la sociedad en aras de hacer la vida más fácil al conjunto de la ciudadanía, y permitir avances en el desarrollo de un entorno urbano inteligente basado en una visión común que tenga en cuenta parámetros sociales, medioambientales y económicos de las ciudades. En tal sentido y según criterios establecidos en la Comunidad Europea, por ejemplo, los proyectos que se realicen en este dirección deben ir encaminados a [30]:

Impulsar la demanda del mercado de soluciones inteligentes en la ciudad mediante el aumento de la concienciación de los consumidores acerca de las tecnologías y los procesos utilizados en la implementación de soluciones ciudad inteligente.

Actuar como palanca a través de herramientas de adquisición y planificación de la inversión para las administraciones locales y las empresas.

Favorecer una mayor participación y aceptación por parte de los ciudadanos.

Garantizar las condiciones marco para la organización de las compras públicas conjuntas, transfronterizas, vinculadas a implementaciones en la ciudad inteligente.

En este sentido, y aprovechando el impulso de la Comunidad, muchos Ayuntamiento en Europa han desarrollado actuaciones en el ámbito de las Ciudades Inteligentes, desde diversos ámbitos mundiales, América, Europa, África, Asia, etc., se promueven iniciativas para la difusión y utilización de la información geoespacial, fomentando, apoyando y fortaleciendo el desarrollo de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE).

Ejemplo de ello podemos mencionar el proyecto integral de “Sevilla Ciudad Inteligente”, que promueve la gestión automática, innovadora y eficiente de los servicios públicos y de las infraestructuras urbanas de la ciudad, la reducción del gasto público y la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos, consiguiendo de este modo atraer actividad económica y generar progreso y conocimiento transferible [31]. El componente geográfico de una Ciudad Inteligente es una pieza clave porque la ciudad es un organismo espacial y

las actividades que se desarrollan en ella afectan y se ven afectadas por ese espacio urbano común.

Otro ejemplo práctico, para abordar problemáticas de índole geográfico, surgen la iniciativa de evolución de la plataforma de Infraestructura de Datos Espaciales del Ayuntamiento de Sevilla, que va a permitir cambiar la forma en que se produce y gestiona la información geográfica municipal y la forma en que se consume esa información, orientándola a una búsqueda, compartición, edición y publicación de datos sencilla y sobre todo fomentando la participación a todos los niveles [32].

La mayor parte de los datos tiene un lugar en el espacio, en el territorio, y es esto lo que posibilita a las IDE que sean un gran repositorio de datos, potente, práctico y versátil para la ciudad [6]. La inmensa producción de datos adquiridos en la ciudad requiere de formas de gestión adecuadas para hacer de esta información una valiosa herramienta que provea el máximo beneficio posible ante una acertada toma de decisiones.

Todo sucede en algún lugar“, esta es la premisa básica para poder crear estas conexiones que hacen las ciudades inteligentes. Sólo cuando se tiene conocimiento de la ubicación de los datos, se pueden establecer estas conexiones. Pero el gran desafío al que se enfrentan las ciudades modernas para la gestión de esta información, es la gran cantidad y complejidad de la información geoespacial que se recibe para analizar [28].

La planificación y gestión del desarrollo sostenible de una región, exige el análisis y tratamiento de grandes volúmenes de información con contenido espacial. Para analizarlos y gestionarlos rápidamente, se deben organizar sistemas de información basados en la informática. El término IDE, constituye el soporte para que la información y las actividades sociales y económicas cuenten con una componente espacial [33].

Conclusiones

La finalidad de una Ciudad inteligente o Smart City es lograr una gestión eficiente en todas los ámbitos de la ciudad, urbanismo, infraestructuras, medioambiente, transporte, servicios, educación, sanidad, seguridad pública, energía, etc., y ante esto, una Infraestructura de Datos Espaciales aplica como una herramienta de solución basada en la web para proveer un acceso fácil, consistente y efectivo a la información y a los servicios geoespaciales como soporte para mejorar la toma de decisiones en el mundo real, y satisfaciendo a la vez las necesidades

de la urbe y de sus ciudadanos.

Estos últimos, los ciudadanos generan gran variedad de datos que pueden ser suministrado vía web a través de una serie de herramientas que permiten gestionar, visualizar, socializar y compartir dichos datos, para hacer de estos, información accesible para cualquier usuario. Esta situación hace que los ciudadanos se conviertan en verdaderos protagonistas.

Por otro lado, las ciudades inteligentes estarán provistas de elementos que combinen la función de detección, procesamiento y comunicación de los datos, facilitando información tanto a las administraciones públicas o privadas, o directamente al ciudadano a través de la red e implementada por medio de una Infraestructura de Datos Espaciales y en tiempo real. Por tanto, en una ciudad inteligente cualquier ciudadano podrá consultar la información que requiera desde estas IDE y a través de algún dispositivo electrónico. Así, tanto la ciudad como sus ciudadanos podrán estar conectados permanentemente y además permitirá hacer un seguimiento de la información en el tiempo como estrategia de mejora para el óptimo desarrollo y gestión de las ciudades y de sus ciudadanos.

Referencias

[1] Hamzah, H. et.al. (2016). A Smart City Assessment Framework. Faculty of Built Environment, University of Malaya, Malaysia. Consultado el 25 de agosto en, https://www.researchgate.net/publication/303288980_A_SMART_CITY_ASSESSMENT_FRAMEWORK.

[2] Curry, E. et.al. (2016). Smart cities – enabling services and applications. *Journal of Internet Services and Applications*. Consultado el 25 de octubre de 2016, en <http://jisajournal.springeropen.com/articles/10.1186/s13174-016-0048-6>.

[3] Kim, D. (2016). U of C urban planning team studies smart cities. *Gauntlet*. Consultado el 31 de octubre de 2016, en <http://www.thegauntlet.ca/u-of-c-urban-planning-team-studies-smart-cities/>.

[4] Kumar, P. (2016). ¿What's The Real Mean of 'Smart City'? Smart City Projects. Consultado el 25 de octubre de 2016, en <http://www.smartcitiesprojects.com/whats-the-real-mean-of-smart-city/>.

[5] Bustillo, E., Rodríguez, P. (2015). Los Sistemas de Información Geográfica y las Ciudades Inteligentes POLÍGONOS. *Revista de Geografía* 2015, n° 27, 257-270.

[6] Endesa (2016). Smart Cities. Consultado el 15 de febrero de 2016, en http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/smart-city/.

[7] Sostenibilidad.com. (2016). ¿Qué es una Smart City? Top 5 ciudades inteligentes. Consultado el 16 de febrero de 2016, en <http://www.sostenibilidad.com/>.

[8] IBM_España. (2015). Ciudades inteligentes. El conocimiento necesario para identificar, transformar y progresar. Consultado

el 16 de febrero de 2016, en http://www.ibm.com/smarterplanet/es/es/smarter_cities/overview/.

[9] Santiago, D. (2016). Implementing Smart City Projects in small and medium sized towns: Analysis of Experiences in Castile – León. *Revista Jurídica de Castilla y León*. N° 39.

[10] Naciones Unidas, 2014. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights.

[11] Gildo S. (2015). Smart Cities: La transformación digital de las ciudades. Centro de Innovación del Sector Público de PwC e IE Business School. Consultado el 27 de octubre de 2016, en <https://iot.telefonica.com/libroblanco-smart-cities/media/libroblanco-smart-cities-esp-2015.pdf>.

[12] Power, D. (2016). Are smart citizens getting lost in the rush to build smart cities?. *Readwrite*. Consultado el 31 de octubre de 2016, en <http://readwrite.com/2016/04/11/smart-citizens-lost-rush-make-smart-cities-cl4/>.

[13] Urban Hum. (2015). Scanning for intelligence: identifying the “smartest” city. Consultado el 01 de noviembre de 2016, en <http://www.urban-hub.com/ideas/which-is-the-smartest-city-in-the-world/>.

[14] Mas, S., Rodríguez, A., Bernabé, M. (2012). Capítulo 1: Compartir Datos Geográficos. En: *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales*. Pag. 35-38. Madrid: UPM Press, 1ª edición.

[15] Suzuki, L. (2015) Data as Infrastructure for Smart Cities. PhD Thesis. University College London. Consultado el 31 de octubre de 2016, en, http://www.smartcityresearch.com/2016/09/the-city-data-economy_16.html.

[16] Roche, S., Rajabifard, A. (2012). Sensing Places' Life to make City Smarter. Consultado el 25 de octubre de 2016, en http://wan.poly.edu/KDD2012/forms/workshop/UrbComp2012/doc/UrbComp2012_Paper10.pdf.

[17] Goodchild, M. (2007). Citizens as sensors: Web 2.0 and the volunteering of geographic information. *Geofocus*, 7, 8–10.

[18] EndesaEduca. (2016). Smart Sensors. Consultado el 26 de agosto de 2016, en http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/smart-city/smart-sensors.

[19] Fundación Telefónica. (2016). Internet de las Cosas (IoT): Sensores Ciudadanos. Consultado el 26 de agosto de 2016, en <https://innovacioneducativa.fundaciontelefonica.com/blog/2016/02/19/internet-de-las-cosas-iot-sensores-ciudadanos/>.

[20] Rodríguez, A. (2007). Las IDE como evolución natural de los SIG. *Instituto Geográfico Nacional –IDEE*, España. *BOLETIC* marzo 2007. Consultado el 30 de marzo de 2016, en http://oa.upm.es/7361/1/Las_IDE_.pdf.

[21] Rodríguez P., López, E., Abad, P., Sánchez, A., Vilches, L. (2007). “Utilidad y significado de la Infraestructura de Datos Espaciales de España. Hermenéutica de la IDE”. El acceso a la información espacial y las nuevas tecnologías geográficas, pág. 441-454. Consultado el 27 de octubre de 2016, en <http://oa.upm.es/7386/1/Utilidad.pdf>.

[22] UNAM - Instituto de Geografía Universidad Nacional Autónoma de México. (2014). *Infraestructuras de Datos Espaciales y Normatividad Geográfica en México: una perspectiva actual*.

Consultado e 27 de octubre de 2016, en http://www.igeograf.unam.mx/sig/utilidades/docs/pdfs/publicaciones/geo_siglo21/serie_tex_uni/infraestructura_datos_espaciales_probatorio.pdf.

[23] Onsrud, H., 2011. "Spatial Data Infrastructure in Context: North and South" En Nedovic-Budic, Z., Crompvoets, J. and Georgiadou, Y. Londres: Edición, Taylor & Francis, CRC Press.

[24] Pérez, M., López J., Fernández, M., Morán, V., Rodrigo, P. (2013): "Infraestructuras de Datos Espaciales como eje central del desarrollo de las Smart Cities". Actas de las IV Jornadas Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales (JIIDE'2013). Consultado el 12 de agosto de 2016, en http://www.idee.es/resources/presentaciones/JIIDE13jueves18_Smart_Cities.pdf.

[25] Tecno - Cercle Tecnològic de Catalunya (2012). "Hoja de Ruta para la Smart City". Consultado el 27 de febrero de 2016, en <http://smartcities.i-ambiente.es/?q=blogs/los-sig-y-las-ciudades-inteligentes-la-ciudad-como-generadora-de-datos-ii>.

[26] Rodríguez, P. (2016). Los #SIG y las ciudades inteligentes: la ciudad como generadora de #Datos (II). Consultado el 25 de agosto de 2016 en, <http://smartcities.i-ambiente.es/?q=blogs/los-sig-y-las-ciudades-inteligentes-la-ciudad-como-generadora-de-datos-ii#sthash.YY9Rusbp.dpuf>.

[27] TheHindu (2015). Spatial data crucial for smart cities. Consultado el 15 de marzo e 2016, en <http://www.thehindu.com/news/cities/Vijayawada/spatial-data-crucial-for-smart-cities/article7292759.ece>.

[28] Quesada, L. (2015). Las bases de datos espaciales como origen de las Smart City. Consultado el 16 de junio de 2016, en <http://geoinnova.org/>.

[29] GvSIG. (2016). Smart Cities: sin software libre no hay inteligencia. Consultado el 27 de octubre de 2016, en <https://blog.gvsig.org/2016/03/01/smart-cities-sin-software-libre-no-hay-inteligencia/>.

[30] GICI - Grupo Interplataformas de Ciudades Inteligentes (2015). Smart Cities Smart Cities Documento de Visión a 2030. Consultado el 27 de octubre de 2016, en <http://www.futured.es/documentos/GICI.pdf>.

[31] Grupotecopy.es. (2014). Es una iniciativa enmarcada en el Proyecto "Sevilla Ciudad Inteligente". Consultado el 27 de octubre de 2016, <https://www.grupotecopy.es/es/nosotros/327-servicios/tecnologias-de-la-informacion/noticias-destacadas/1139-el-ayuntamiento-de-sevilla-actualiza-su-infraestructura-de-datos-espaciales-ide-con-red-es-y-cotesa.html>.

[32] Ide.sevilla. (2016). Infraestructura de Datos Espaciales. Consultado el 20 de octubre de 2016, en <http://sig.urbanismosevilla.org/InicioIDE.aspx>.

[33] Velazco, S., Joyanes, L. (2014). "Interoperabilidad entre plataformas heterogéneas GIS identidad de un modelo y servicios web en la georreferenciación". Revista Internacional de Ciencias de la Tierra, MAPPING. Vol. 23/No. 163 (2014): 30-41.

[34] Juniperresearch (2015). Barcelona named - Global Smart City – 2015. Consultado el 01 de noviembre de 2016, en <https://www.juniperresearch.com/press/press-releases/barcelona-named-global-smart-city-2015>.

[35] Juniperresearch. (2016). Singapore named 'global smart city – 2016. Consultado el 01 de noviembre de 2016, en <https://www.juniperresearch.com/press/press-releases/singapore-named-global-smart-city-2016>.

De los autores

Sandra Yanet Velazco: Ingeniera Civil, Universidad Francisco de Paula Santander; especialista en SIG, Universidad Distrital Francisco José de Caldas; doctora en Informática, programa SIG, Universidad Pontificia de Salamanca, España; profesional especializado Decanatura Facultad de Ingeniería, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Contacto: sandra_velazcof@yahoo.com

Alexandra Abuchar Porras: Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Colombia. Docente de Planta Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, abucharalexandra2@gmail.com

Gabriel Andres Alzate: Ingeniero electrónico – Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Colombia. Estudiante de la maestría en ciencias de la información y comunicaciones– Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Colombia. Contratista consultor en ciudades inteligentes y tecnologías para la educación– Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Colombia – gaalzatea@correo.udistrital.edu.co - gabriel.andres.alzate@gmail.com.