



Consejo Económico y Social

Distr. general
26 de febrero de 2016
Español
Original: inglés

Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo

19º período de sesiones

Ginebra, 9 a 13 de mayo de 2016

Tema 3 a) del programa provisional

Ciudades e infraestructuras inteligentes

Informe del Secretario General

Resumen

En el presente informe se exponen las principales tendencias de la urbanización y sus vínculos con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Se explica la expresión ciudad inteligente y se describen los principales componentes de una infraestructura inteligente. En el proyecto se estudian en profundidad los cinco retos principales para la realización de proyectos de infraestructura inteligente en relación con: a) la localización de la infraestructura inteligente; b) las carencias en competencias técnicas; c) la falta de financiación; d) la aplicación de un modelo de gobernanza adecuado, y e) la inclusividad. Por último, en el informe se pone de relieve el papel fundamental del mundo de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) en la superación de esos retos y se enuncian algunos principios fundamentales que pueden ayudar a orientar el diseño y el desarrollo de ciudades inteligentes.

GE.16-03074 (S) 180316 210316



* 1 6 0 3 0 7 4 *

Se ruega reciclar



Introducción

1. La Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo seleccionó, en su 18º período de sesiones, celebrado en mayo de 2015, la cuestión de las ciudades e infraestructuras inteligentes como uno de los dos temas prioritarios para las reuniones que se celebrarían entre los períodos de sesiones de 2015 y 2016.

2. A fin de contribuir a una mejor comprensión de este tema y asistir a la Comisión en las deliberaciones de su 19º período de sesiones, la secretaría de la Comisión organizó una reunión de expertos entre períodos de sesiones, que tuvo lugar en Budapest del 11 al 13 de enero de 2016. El presente informe se basa en el documento temático preparado por la secretaría de la Comisión, las conclusiones del panel, los estudios de casos aportados por países miembros de la Comisión y otra literatura en la materia¹.

3. La Comisión examinó, como uno de sus temas prioritarios para el período 2012-2013, la cuestión de la ciencia, la tecnología y la innovación para las ciudades sostenibles y las comunidades periurbanas y en 2015 la UNCTAD presentó una publicación exhaustiva sobre el tema². El actual tema de las ciudades y las infraestructuras inteligentes se basa en la labor desarrollada anteriormente por la Comisión. El objetivo del presente informe es ilustrar el papel crucial de la ciencia, la tecnología y la innovación, en particular, las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), en el diseño, el desarrollo y la gestión de ciudades e infraestructuras inteligentes. En capítulo I se examinan las principales tendencias de la urbanización y sus vínculos con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. En el capítulo II se explica el término ciudad inteligente y se describen los principales componentes de una infraestructura inteligente. En el capítulo III se examinan más detenidamente los problemas encontrados en la ejecución de proyectos de infraestructura inteligente y el papel de la ciencia, la tecnología y la innovación para resolverlos. En el capítulo IV se presentan algunos principios fundamentales de diseño de ciudades inteligentes y algunos enfoques de políticas. En el capítulo V el informe termina con un resumen de las conclusiones y una serie sugerencias.

I. Tendencias en la urbanización

4. La rápida urbanización es un fenómeno mundial. En 2008, por primera vez en la historia de la humanidad, los habitantes que residían en las zonas urbanas superaron en número a los de las zonas rurales. Las estimaciones actuales indican que en 2030 más del 60% de la población mundial vivirá en ciudades, que se concentrarán cada vez más en África, Asia y América Latina. En 2050 la población urbana podría representar dos terceras partes³. Al comparar la tasa prevista de crecimiento de las poblaciones urbanas en todas las regiones se observa claramente que los países que se encuentran en la categoría de países de ingresos bajos tendrán que hacer frente a un crecimiento de la población urbana que es mucho más rápido que el de los encuadrados en las categorías de países de ingresos más

¹ Accesible en <http://unctad.org/en/pages/MeetingDetails.aspx?meetingid=941>. Todas las ponencias y contribuciones presentadas en la reunión de expertos entre períodos de sesiones de la Comisión que se citan en el presente informe pueden consultarse en el sitio web. Todos los sitios web citados en el presente informe fueron consultados el 22 de febrero de 2016.

² UNCTAD, 2015, *Science, Technology and Innovation for Sustainable Urbanization* (New York and Geneva, United Nations publication).

³ United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2014, *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision* (New York).

elevados⁴. Las últimas estimaciones indican que el crecimiento de las zonas urbanas será superior —solo en el primer tercio del siglo XXI— a la expansión urbana registrada en toda la historia de la humanidad⁵. Las ciudades representan aproximadamente el 70% del consumo mundial de energía y de las emisiones de gases de efecto invernadero, pero ocupan solo el 5% de la masa continental del planeta⁶. Estas tendencias van acompañadas de un aumento sin precedentes de la demanda de agua, tierra, materiales de construcción, alimentos, medidas de lucha contra la contaminación y gestión de los residuos. Las ciudades, por consiguiente, se ven sometidas a la presión incesante que supone tener que prestar servicios de mejor calidad, promover la competitividad de la economía local, mejorar la prestación de los servicios, incrementar la eficiencia y reducir los costos, aumentar la eficacia y la productividad y encontrar soluciones a la congestión y las cuestiones ambientales. Esas presiones suponen una motivación para ciertas ciudades, que están recurriendo a soluciones inteligentes y experimentando con varias aplicaciones de infraestructura inteligente.

1.1 La urbanización y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible

5. La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, la Agenda de Acción de Addis Abeba y el Acuerdo de París aprobado en virtud de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático constituyen una estructura de apoyo para abordar este tema prioritario. La Agenda 2030 concede una gran importancia a las cuestiones relacionadas con la urbanización sostenible, en particular el Objetivo 11 (Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles). Sin embargo, el reto de la urbanización también está inextricablemente unido a los otros Objetivos de Desarrollo Sostenible. Es evidente que no puede haber desarrollo sostenible sin un desarrollo urbano sostenible. Cabe esperar que la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III), que según el calendario previsto se celebrará en Quito, del 17 al 20 de octubre de 2016, brinde la oportunidad de examinar una nueva agenda urbana que se focalice en las políticas y estrategias que puedan propiciar un aprovechamiento efectivo del poder y las fuerzas subyacentes de la urbanización (véase <http://unhabitat.org/habitat-iii-conference/>). Se espera que las ciudades inteligentes ocupen un lugar importante en esta nueva agenda urbana.

II. Ciudades e infraestructura inteligentes

2.1 Definir la ciudad inteligente

6. No existe una definición normalizada comúnmente aceptada ni un conjunto de terminologías para el concepto de ciudad inteligente. En 2014, en un informe de la Unión Internacional de Telecomunicaciones se analizaron más de 100 definiciones relativas a la idea de ciudad inteligente y finalmente se optó por la siguiente: “Una ciudad inteligente y

⁴ *Ibid.*

⁵ K. C. Seto y S. Dhakal, 2014, Human settlements, infrastructure and spatial planning, in Intergovernmental Panel on Climate Change, *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change* (New York, Cambridge University Press).

⁶ Scientific and Technical Advisory Panel, 2014, Sustainable urbanization policy brief, Global Environment Facility, y United Nations Environment Programme, 2015, Cities and climate change, accesible en <http://www.unep.org/resourceefficiency/Policy/ResourceEfficientCities/FocusAreas/CitiesandClimateChange/tabid/101665/Default.aspx>.

sostenible es una ciudad innovadora que aprovecha las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) y otros medios para mejorar la calidad de vida, la eficiencia del funcionamiento y los servicios urbanos y la competitividad, respondiendo al mismo tiempo a las necesidades de las generaciones presentes y futuras en lo que respecta a los aspectos económicos, sociales y medioambientales”⁷. En la actualidad están en marcha varias iniciativas para elaborar un completo conjunto de los principales indicadores de ejecución para las ciudades inteligentes. Un grupo interinstitucional de Naciones Unidas está elaborando una serie de indicadores de ejecución fundamentales con el fin de convertirlos en un índice mundial de ciudades inteligentes sostenibles⁸. El análisis de las distintas definiciones del término evidencia que sus diferencias obedecen al grado de énfasis que se haga en alguno de los distintos aspectos. Por consiguiente, es preciso que los gobiernos y las partes interesadas colaboren para formular una definición común del significado de ciudad inteligente que se adapte a la especificidad de su contexto nacional y municipal.

7. El concepto de ciudades inteligentes abarca posibilidades distintas para los distintos países. Las ciudades de los países en desarrollo tienen la necesidad apremiante de dotarse de una infraestructura urbana adecuada para satisfacer las exigencias que impone el creciente ritmo de la urbanización. En el proceso de satisfacción de las demandas de infraestructura, las soluciones de la infraestructura inteligente brindan a esas ciudades la posibilidad de dar un gran salto tecnológico⁹. En los países desarrollados, el desafío planteado es el de mantener los sistemas de infraestructuras heredados, que no pueden ser abandonados por motivos de costo, espacio o de otro tipo. En esos países, las aplicaciones para las ciudades inteligentes pueden focalizarse más en facilitar el uso óptimo de los recursos de infraestructura existentes y el control de los recursos heredados. Sin embargo, en los países tanto en desarrollo como desarrollados, la motivación principal para la adopción de soluciones de infraestructura inteligente debe ser la atención de las necesidades de la sociedad relacionadas con el desarrollo sostenible.

2.2 Infraestructura inteligente

8. Las infraestructuras inteligentes constituyen los cimientos de todos los temas principales relacionados con la ciudad inteligente: habitantes inteligentes, movilidad inteligente, economía inteligente, modelo de vida inteligente, gobernanza inteligente y medio ambiente inteligente. La característica fundamental subyacente a la mayoría de esos componentes es que están conectados y que generan datos que pueden utilizarse con inteligencia para optimizar el uso de los recursos y mejorar su rendimiento. En esta sección se presentan algunos de los principales componentes de la infraestructura de una ciudad inteligente y se concluye incidiendo en la necesidad de adoptar un enfoque integrado para abordar ese tipo de infraestructura.

⁷ International Telecommunication Union, 2014, Smart sustainable cities: An analysis of definitions, Focus Group Technical Report, available at <http://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ssc/Pages/default.aspx>.

⁸ D. Carriero, 2015, United smart cities: Towards smarter and more sustainable cities, presentado en la reunión de expertos entre período de sesiones de la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo; y B. Jamoussi, 2015, Shaping tomorrow's smart sustainable cities today, presentado en la reunión de expertos entre período de sesiones de la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.

⁹ Deloitte, 2014, Africa is ready to leapfrog the competition through smart cities technology, available at http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/za/Documents/public-sector/ZA_SmartCities_12052014.pdf.

Edificios inteligentes

9. Un edificio inteligente integra de forma inteligente los distintos sistemas físicos instalados con el fin de que todos ellos funcionan conjuntamente de manera óptima y eficiente. Los sistemas de gestión inteligente de edificios pueden mejorar la eficiencia energética del inmueble, reducir el despilfarro y garantizar el uso óptimo del agua, la eficacia funcional y la satisfacción de los ocupantes. Se estima que la adopción de soluciones inteligentes para edificios puede suponer un ahorro de hasta el 30% del consumo de agua y del 40% del de energía y una reducción de entre un 10% y un 30% de costo total del mantenimiento del edificio¹⁰. Por ejemplo, en Austria, el edificio Plus-Energie Bürohochhaus ha tenido una muy buena acogida por ser el primer edificio de oficinas inteligente, ya que vierte en la red más energía de la que consume¹¹.

Movilidad inteligente

10. La mejor manera de explicar la movilidad inteligente es decir que se trata de distintos enfoques para reducir la congestión del tráfico y fomentar posibilidades de transporte más rápidas, económicas y ecológicas. La mayoría de los sistemas de movilidad inteligente utilizan los datos sobre las pautas de movilidad recopilados a partir de diversas fuentes para ayudar a optimizar de manera holística las condiciones del tráfico. Entre los sistemas de movilidad inteligente cabe citar los sistemas de transporte colectivo, así como los distintos sistemas de movilidad personal, entre ellos, el préstamo o alquiler de bicicletas públicas, el uso compartido de un automóvil (*carpooling*) o el préstamo de vehículos o uso temporal de vehículos y, más recientemente, el transporte a la demanda¹². Por ejemplo, el servicio de alquiler de bicicletas públicas de Sao Paulo (Brasil) ha evitado la emisión en la atmósfera de unas 570 t de dióxido de carbono desde que comenzó a funcionar en 2012 (véase <http://ww2.mobilicidade.com.br/bikesampa/home.asp>)¹³. Están despuntando nuevos modelos disruptivos de negocio que se apoyan en los conceptos de vehículo compartido, servicio discrecional y uso de la tecnología (como, por ejemplo, Uber y Ola taxicabs). Es necesario seguir investigando para cuantificar el impacto de esos modelos en la congestión del tráfico y la frecuencia del uso de vehículos en las ciudades. Los sistemas inteligentes de transporte integran de manera eficiente todas las modalidades de transporte multimodal de una ciudad, tanto la movilidad individual como los transportes públicos. Los modernos sistemas inteligentes de transporte normalmente se componen, entre otros elementos, de una red transporte público controlada por sistema de posicionamiento global, semáforos dinámicos, paneles de información al pasajero, lectores automáticos de las matrículas de vehículos, sistemas de circuito cerrado de televisión, puntos de navegación, sistemas de señalización y, lo más importante, la capacidad de integrar datos reales procedentes de la mayoría de esas fuentes. Todo ello puede conllevar mejoras en la seguridad, la gestión de la red, la congestión del tráfico, la situación del medio ambiente, la accesibilidad, la comodidad y la percepción de la ciudadanía. Por ejemplo, la ciudad de Poznan (Polonia) está dotada de un moderno sistema inteligente de transportes. La ejecución del proyecto causó algunos problemas como la escasez de personal cualificado, las cuestiones

¹⁰ Honeywell and Ernst and Young, 2015, Smart buildings make smart cities, available at http://honeywell.com/News/Documents/Smart_Building_Smart_City_WhitePaper_DOWNLOAD.PDF.

¹¹ Contribución de Austria a la secretaría de la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Véase asimismo UniverCity, 2015, Overview, accesible en http://university2015.net/en/standorte/getreidemarkt/plus_energy_office_high_rise_building/overview/.

¹² Entre otros ejemplos, cabe citar las redes de autobuses de tránsito rápido de Estambul (Turquía), Johannesburgo (Sudáfrica) y Ciudad de México, así como la red de transportes rápidos de Beijing, Nueva Delhi y Singapur.

¹³ Contribución de la Cámara de Comercio Internacional a la secretaría de la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.

relacionadas con la interoperabilidad y los retrasos inesperados en la construcción de algunos los componentes de la infraestructura física¹⁴.

Inteligencia energética

11. Los sistemas de gestión inteligente de la energía utilizan sensores, contadores avanzados, fuentes de energía renovables, instrumentos digitales de control y análisis para automatizar, monitorizar y optimizar la distribución y el uso de la energía. Este tipo de sistemas optimizan el funcionamiento de la red al equilibrar las necesidades de las distintas partes (consumidores, productores y proveedores). Son numerosas las innovaciones en la infraestructura inteligente de energía, como la generación distribuida a partir de fuentes renovables, las microrredes eléctricas, las tecnologías para redes eléctricas inteligentes, el almacenamiento de energía, las soluciones automatizadas de respuesta a la demanda, las centrales eléctricas virtuales y las innovaciones por parte de la demanda, como los vehículos eléctricos y los aparatos eléctricos inteligentes. Esas innovaciones constituyen una tupida malla de dispositivos que hacen un uso inteligente de la energía en toda la ciudad y permiten visualizar sus pautas de consumo energético, lo que posibilita la adopción de programas municipales para monitorizar la energía y la mejora de la eficiencia energética de los edificios. Un componente fundamental de la infraestructura energética inteligente son las redes eléctricas inteligentes. Una red inteligente puede definirse como un “sistema de suministro eléctrico desde el punto de generación hasta el de consumo que integra tecnología digital con el fin de mejorar el funcionamiento de la red, los servicios a los clientes y los beneficios para el medio ambiente”¹⁵. Se están implantando redes eléctricas inteligentes tanto en países desarrollados como en desarrollo. Por ejemplo, en el marco del proyecto de ciudad inteligente de Kashiwa-no-ha (Japón) se ha instalado una red eléctrica inteligente como parte de un sistema de gestión de la energía a escala del término municipal que combina sistemas domésticos de gestión de la energía, la monitorización en tiempo real de la oferta de energía y la monitorización en tiempo real de la oferta y la demanda de energía y una gestión energética autosostenible que permite una asignación óptima de la energía generada y almacenada¹⁶.

Gestión inteligente del agua

12. Las ciudades constantemente están tratando de resolver los problemas de escasez de agua con la adopción de tecnologías innovadoras que les permitan gestionar mejor este recurso. La mejora de los sistemas de medición y de la gestión del caudal son fundamentales para un buen sistema de abastecimiento de agua. Un sistema inteligente de gestión del agua utiliza la tecnología digital para no malgastar agua, reducir los costos y mejorar la fiabilidad y la transparencia de la distribución de agua. Las redes físicas de tuberías están revestidas de redes de datos e información. Normalmente, el sistema analiza los datos disponibles sobre el caudal y la presión para detectar anomalías (por ejemplo, filtraciones) en tiempo real y así mejorar la regulación del caudal de agua. Los clientes pueden proporcionar información en tiempo real sobre la situación del agua e información relevante para ayudar a no malgastar el agua y así reducir las facturas. Por ejemplo, en Bombay (India), como parte de las mejoras del sistema de abastecimiento de agua, se han

¹⁴ Polonia, contribución de 2015, presentado en la reunión de expertos entre períodos de sesiones.

¹⁵ United States of America Department of Energy, in Cisco, 2010, Cisco smart grid: Substation automation solutions for utility operations, accesible en http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/2000-series-connected-grid-routers/white_paper_c11_593673.pdf.

¹⁶ Japón, contribución de 2015, presentado en la reunión de expertos entre períodos de sesiones de la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.

instalado contadores de agua inteligentes que pueden controlarse a distancia, lo que ha propiciado una reducción del 50% de las fugas de agua¹⁷.

Gestión inteligente de los residuos

13. La generación de desechos aumenta a un ritmo más rápido que el de la urbanización¹⁸. Las ciudades tienen cada vez más dificultades para obtener, separar y aprovechar los distintos tipos de residuos que potencialmente podrían tener un nuevo ciclo de vida útil para el consumidor. La gestión de los residuos, por lo general, engloba la monitorización, la recogida, el transporte, el tratamiento, el reciclado y la eliminación de residuos. Los sistemas de gestión inteligente de residuos permiten reducir los desechos y clasificarlos por tipo en la fuente y elaborar métodos para su tratamiento adecuado. Se puede optar por este tipo de sistemas para aprovechar los residuos como recurso y crear así una economía circular. Sus ventajas son primordiales para mejorar la eficiencia de la recolección, la recogida, la separación, la reutilización y el reciclado. Una de las principales ineficiencias de la gestión de residuos es la imposibilidad de predecir su recogida; se suele enviar a los camiones a recoger residuos aunque los contenedores no estén llenos. Los sensores, la conectividad y el Internet de las cosas brindan posibilidades para paliar los costos adicionales que generan este tipo de ineficiencias. Los sistemas de gestión inteligente de residuos permitirá el traslado de los distintos tipos de residuos para su monitorización, aprovechando la tecnología para comprender y gestionar mejor sus flujos desde la fuente a su eliminación. Se han puesto en marcha proyectos piloto en Santander (España) y Sharjah (Emiratos Árabes Unidos).

Atención de salud inteligente¹⁹

14. La salud y el bienestar de los habitantes de las zonas urbanas son motivo de especial preocupación en lo que respecta a la sostenibilidad de las zonas urbanas y los ecosistemas que las sostienen. Las ciudades inteligentes pueden desarrollar la capacidad de utilizar tecnologías de macrodatos para formular predicciones o detectar focos epidemiológicos entre la población (como epidemias o efectos en la salud durante fenómenos meteorológicos extremos)²⁰. La gestión inteligente de la atención de salud transforma los datos relativos a la salud en información clínica y empresarial, entre ellos, los datos de los historiales médicos digitales, de los servicios de atención médica a domicilio y de los sistemas de diagnóstico, tratamiento y vigilancia de pacientes a distancia. También facilita la prestación de servicios de atención médica utilizando tecnologías inteligentes y en red para ayudar a monitorizar las condiciones de salud de los ciudadanos. Está facilitando un cambio de paradigma donde prima la prevención y no los tratamientos, al tener una visión más amplia de toda la atención de la salud y promover hábitos de vida saludables y la

¹⁷ J. Polson, 2013, Water losses in India cut in half by smart meters, *Bloomberg News*, 15 March, accesible en <http://www.bloomberg.com/news/articles/2013-03-15/water-losses-in-india-cut-in-half-by-smart-meters-iron>.

¹⁸ D. Hoornweg y P. Bhada-Tata, 2012, What a waste: A global review of solid waste management, Urban Development Series Knowledge Papers No. 15, World Bank, accesible en http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What_a_Waste_2012_Final.pdf.

¹⁹ Incorpora contribuciones del Comité Científico y la Oficina de Programas Internacionales del programa científico interdisciplinar del Consejo Internacional para la Ciencia que lleva por título Health and Well-being in the Changing Urban Environment: A Systems Analysis Approach to the CTSD secretariat (Salud y bienestar en un entorno urbano cambiante: un planteamiento de análisis de sistemas para la secretaría de la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo).

²⁰ S. Jayasinghe, 2015, Social determinants of health inequalities: Towards a theoretical perspective using systems science, *International Journal for Equity in Health*, 14:71, accesible en <http://www.equityhealthj.com/content/14/1/71>.

gestión del bienestar. Los sistemas de atención de salud inteligente tienen un gran potencial dado el envejecimiento de las sociedades de los países desarrollados y pueden disminuir las desigualdades en la atención de la salud entre grupos de ingresos altos y bajos. Entre los ejemplos de enfoques de atención de salud inteligente se puede mencionar la colaboración masiva para reunir datos epidemiológicos y predecir los brotes epidémicos y tomar las precauciones necesarias, recopilar datos sobre las constantes vitales de los pacientes y datos para el diagnóstico y crear alertas automáticas para la medicación y los exámenes médicos de los pacientes. Por ejemplo, en África, el proyecto Medic Mobile para las regiones rurales aprovecha la tecnología móvil disponible localmente para ayudar a los trabajadores de la salud a comunicar los síntomas a la clínica más cercana, recibir asesoramiento sobre tratamientos y derivar las urgencias e informar sobre la prevalencia de la carga de morbilidad en una aldea o comunidad (véase <http://www.medicmobile.org>).

Capas digitales inteligentes

15. La infraestructura digital inteligente contribuye a mejorar la comprensión y el control de las operaciones y a optimizar el uso de recursos limitados de una ciudad. Una de las principales propuestas valiosas de las TIC en una ciudad inteligente es la capacidad de captar y compartir oportunamente información. Si la información es exacta y en tiempo real las ciudades pueden tomar medidas antes de que un problema empiece a agudizarse. Una forma de concebir la infraestructura digital es en forma de distintas capas digitales de apoyo, como se indica a continuación:

a) Urbana: la capa donde se encuentran las infraestructuras físicas y digitales. Entre los ejemplos de este tipo de capa se pueden mencionar los edificios inteligentes, la movilidad inteligente, las redes inteligentes (para servicios públicos como el abastecimiento de agua, electricidad y gas) y los sistemas de gestión inteligente de residuos.

b) Sensor: esta capa abarca dispositivos inteligentes que miden y monitorizan los distintos parámetros de la ciudad y su medio ambiente.

c) Conectividad: esta capa incluye el transporte de los datos e información desde el nivel de los sensores al del almacenamiento y los agregadores de datos para su ulterior análisis.

d) Analítica de datos: esta capa implica el análisis de los datos reunidos por los distintos sistemas de infraestructura inteligente para ayudar a predecir algunos acontecimientos (como la congestión del tráfico).

e) Automatización: la capa digital que actúa de interfaz y posibilita la automatización y la escalabilidad de un gran número de dispositivos en múltiples dominios y verticales.

16. La instalación de tecnologías en ciudades inteligentes suele requerir una red de banda ancha sólida, fiable, asequible y eficiente, un ecosistema para Internet de las cosas y la capacidad para aprovechar los macrodatos generados²¹.

2.3 La necesidad de un enfoque integrado

17. Una ciudad está integrada por distintas verticales de infraestructura que forman un sistema de sistemas. Sin embargo, en las ciudades esos elementos de infraestructura suelen

²¹ Por ejemplo, una de las primeras medidas adoptadas en el marco del proyecto de ciudad inteligente de Wuxi (China) fue equipar a más de 3.000 autobuses con acceso Wi-Fi gratuito y crear unos 40.000 puntos Wi-Fi también gratuitos y una red de cuarta generación de alta calidad con cobertura en toda la ciudad (aportación de China a la secretaría de la Comisión).

funcionar compartimentados en “silos”. En el caso de las ciudades inteligentes es preciso adoptar un enfoque integrado, a fin de aprovechar todo el potencial de la infraestructura inteligente. Los enfoques integrados son instrumentos eficaces para capturar las relaciones dinámicas entre habitantes, políticas y entornos. Su eficacia y utilidad suelen ser máximas cuando son resultado de la colaboración de científicos de distintas disciplinas, encargados de la formulación de políticas, urbanistas, gestores, representantes de la sociedad civil y de todas las partes interesadas.

18. Un enfoque que suele utilizarse es agregar las distintas corrientes de datos de una ciudad en un único lugar que adopta la forma de centro de operaciones. Esos centros pueden actuar como centros neurálgicos que ayuden a eliminar los “silos” administrativos. La colocación de distintos componentes de la infraestructura es otra forma de lograr el desarrollo integrado de una ciudad inteligente. Un ejemplo de ese tipo de enfoque es el adoptado en la India por el Gujarat International Finance Tec-City, donde el suministro de agua, electricidad y gas se realiza a través de un único túnel, lo que permite reducir considerablemente los costos y mejorar la gestión del espacio urbano. La integración de los datos reunidos mediante un componente de infraestructura y su aprovechamiento eficaz en el funcionamiento o mantenimiento de otro componente es otra manera de integrar las operaciones de la infraestructura en ciudades inteligentes. Este enfoque es el adoptado, por ejemplo, en Eindhoven (Países Bajos), donde se aprovechan los datos generados por el sistema de gestión inteligente del tráfico para predecir y detectar situaciones de peligro en la red vial y determinar la densidad de tráfico²². Encontrar ese tipo de enfoques integrados más inteligentes para el desarrollo de la infraestructura puede sentar las bases para conceptualizar los sistemas de infraestructuras de las ciudades inteligentes.

III. Implantar una infraestructura inteligente: algunos retos importantes e instrumentos de política impulsados por la ciencia, la tecnología y la innovación

19. La aplicación de conceptos de infraestructura inteligente, especialmente en los países en desarrollo, se topa con numerosos desafíos. En la presente sección se pasa revista a algunos de esos retos y el papel que puede desempeñar la ciencia, la tecnología y la innovación para superarlos, en particular algunos instrumentos de política impulsados por ellas que podrían ayudar a abordar cada uno de esos desafíos²³.

3.1 La necesidad de localizar la infraestructura inteligente

20. Una determinada solución de ciudad inteligente no puede ser simplemente trasplantada de una región geográfica a otra. Es preciso concebir localmente los conceptos de infraestructura inteligente para atender las necesidades locales de desarrollo. El contexto, la cultura y la economía desempeñan todos ellos una función importante en este proceso. Las ciudades deberían examinar los problemas urbanos de una manera holística antes de seleccionar las soluciones de tecnología inteligente más apropiadas. Por ejemplo, el enfoque convencional de los sistemas inteligentes de transporte, que implica la instalación

²² International Business Machines, 2015, Traffic management for a smarter planet, accesible en http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/traffic_congestion/article/traffic-management-and-prediction.html.

²³ Los desafíos examinados en detalle están planteados por algunos de los principales problemas comunes que preocupan a los Estados miembros y que se recogen en sus aportaciones a la secretaría de la Comisión, así como en sus intervenciones en las reuniones de los expertos entre períodos de sesiones.

de una enorme red de sensores y la agregación de datos, puede resultar demasiado onerosa e inadecuada para las necesidades de los países en desarrollo. En el contexto de los países en desarrollo podría ser más idóneo adoptar una versión más localizada y sencilla de un sistema inteligente de transporte que pudiese aprovechar los datos omnipresentes que generan los teléfonos móviles. Las comunidades locales de científicos, tecnólogos e innovadores desempeñan un papel fundamental para superar el problema de la localización. En esta sección se ponen de relieve algunos de los principales instrumentos de política.

Instrumentos de política para promover la localización de la infraestructura inteligente

Aprovechar el sistema local de innovación: una solución general

21. El aprovechamiento del sistema local de innovación, integrado, entre otros, por empresarios, universidades y centros de investigación locales, es fundamental para afrontar el reto de la localización. Por ejemplo, en Sudáfrica la colaboración entre una universidad local y la administración municipal propició el diseño de cabañas inteligentes, que responden a las necesidades urbanas de vivienda en los asentamientos irregulares²⁴. Los gobiernos pueden asignar fondos dedicados a la investigación para proyectos de ciudades inteligentes y proporcionar incentivos para que sean prioritarios en el seno de sus comunidades de ciencia, tecnología e innovación. Es preciso que las ciudades estudien la mejor manera de aprovechar la infraestructura de la innovación existente, como los parques científicos, las incubadoras de tecnología y los centros de innovación, con el fin de desarrollar nuevas ideas sobre las ciudades inteligentes y adaptar los conceptos de ciudad inteligente. Por ejemplo, en Gotemburgo (Suecia) el fruto de la colaboración entre dos parques científicos y varias otras partes interesadas fue la creación de la primera línea moderna de autobús eléctrico²⁵. Y lo que es más importante: las ciudades tienen que crear entornos de políticas que permitan la proliferación de innovaciones a pequeña escala vinculadas a las ciudades inteligentes²⁶.

Promover los datos abiertos y los modelos de ciencia abierta

22. Las iniciativas globales de datos abiertos de carácter público y privado han supuesto un gran impulso para el desarrollo de aplicaciones relacionadas con la ciudad inteligente. Por ejemplo, la plataforma de datos abiertos de Singapur, promovida por su Gobierno, utiliza perfectamente las posibilidades que ofrecen los datos abiertos para promover las iniciativas de ciudad inteligente que presentan un interés especial a nivel local. A fin de aprovechar al máximo los datos abiertos y promover aún más la innovación, varios gobiernos municipales y empresas de tecnología han organizado actividades de *hacking* cívico. Asimismo, las ciudades deberían alentar modelos de ciencia e innovación abierta que sean menos dependientes de modelos de tecnología propietaria. Esos esfuerzos pueden fomentar las colaboraciones en la investigación y crear oportunidades para la innovación.

Crear unidades de innovación y laboratorios vivos urbanos

23. Las aplicaciones para las ciudades inteligentes podrían aprovechar la labor desarrollada por las nuevas instituciones como los centros de innovación urbana. Esos

²⁴ N. Modisaatsone, 2014, A different kind of smart city, accesible en <http://www.cipe.org/blog/2014/04/11/a-different-kind-of-smart-city/#.VnF9cCuBzW4>.

²⁵ City of Gothenburg, 2015, Two science parks working with urban development and mobility, accesible en <http://international.goteborg.se/smart-cities-sustainable-solutions/two-science-parks-working-urban-development-and-mobility>.

²⁶ Una recopilación de políticas específicas e instrumentos de diseño urbano para crear ese tipo de entornos puede consultarse en <http://www.massivesmall.com>.

centros y laboratorios de innovación pueden constituirse en plataformas de demostración de nuevas ideas y conceptos. Otros dispositivos institucionales en esta materia que promueven innovaciones para las ciudades inteligentes son los laboratorios vivos, que permiten ensayos reales y entornos de experimentación en los que los usuarios y los productores pueden crear conjuntamente innovaciones²⁷. Las metodologías de los laboratorios vivos ya se han aplicado en los países en desarrollo, especialmente en África y han sido promovidos principalmente en el marco de la Asociación Estratégica entre África y la Unión Europea. Las redes de laboratorios vivos existentes pueden ser utilizadas para ensayar, incubar y promover innovaciones en la esfera de las ciudades inteligentes.

Explotar las redes regionales de innovación y las colaboraciones de carácter mundial

24. Cuando son las propias ciudades las que carecen de la capacidad necesaria para realizar investigaciones relacionadas con la ciudad inteligente, acometer inversiones o crear adaptaciones locales, pueden aunar esfuerzos con otras ciudades que tienen problemas de desarrollo similares, así como con socios tecnológicos, para conceptualizar, financiar, aplicar y aprovechar las competencias complementarias y compartir los conocimientos adquiridos²⁸. En este sentido, un buen ejemplo es la Alianza Europea para la Innovación en Ciudades y Municipios Inteligentes que mancomuna recursos con la pretensión de cofinanciar proyectos de demostración, ayudar a coordinar las iniciativas y proyectos en curso de las ciudades y superar los obstáculos que impiden iniciar un proceso de transición (véase <http://ec.europa.eu/eip/smartcities/>). Iniciativas de colaboración similares, como la Cumbre Internacional en favor de las Ciudades Inteligentes en el Norte de África (véase <http://isc-summit.org/en/>) y la Cumbre de Asia y África de las Ciudades Inteligentes, celebrada en Bandung (Indonesia), y su declaración sobre las ciudades inteligentes, están engendrando alianzas entre ciudades inteligentes²⁹.

3.2 Carencias en competencias técnicas

25. Si una ciudad inteligente quiere que sus esfuerzos tengan éxito, es preciso que haya recursos humanos con competencias técnicas que permitan que todas las diferentes facetas de la ciudad sean abordadas de manera adecuada y eficiente. Por ejemplo, es preciso añadir en todas las operaciones relevantes una capa digital o de datos, y superar los problemas que supone tratar con más proveedores de tecnología y garantizar el funcionamiento integrado de los distintos departamentos. Entre las competencias técnicas de los recursos humanos figuran el diseño, la ciudadanía digital, así como la alfabetización, la aplicación y la gestión de los datos. Es esencial invertir en la formación y la educación de los habitantes en la utilización de la tecnología, pues no basta con invertir únicamente en tecnología inteligente. Actualmente hay pocos estudios, especialmente en los países en desarrollo, que cuantifiquen con exactitud las carencias en competencias técnicas. Así pues, las ciudades, para empezar, deberían realizar sus propios análisis de las carencias en competencias técnicas. En esta sección se ponen de relieve algunos de los principales instrumentos de política.

²⁷ European Network of Living Labs, 2015, Frequently asked questions, accesible en <http://www.openlivinglabs.eu/FAQ>.

²⁸ Por ejemplo, Google está trabajando con determinados gobiernos municipales para diseñar tipos de movilidad inteligente aprovechando datos (Blog de Google Europe Blog, 2015, Tackling urban mobility with technology, accesible en <http://googlepolicyeurope.blogspot.ch/2015/11/tackling-urban-mobility-with-technology.html>).

²⁹ United Cities and Local Governments Asia-Pacific, 2015, Commemorating the sixtieth anniversary of Asia-Africa Conference: Cities go for smart Asian and African continents, available at <http://www.uclg-aspac.org/index.php/news/338/asia-africa-smart-city-alliance-set-in-bandung-indonesia>.

Los instrumentos de política para abordar las carencias en competencias técnicas

Acelerar los programas educativos en materias como ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas

26. Una parte significativa del empleo generado por la creación y el mantenimiento de infraestructuras inteligentes descansa sobre un buen nivel educativo en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas. Un plan de ciudad inteligente es un motivo adicional para acelerar y popularizar la educación en esos campos. La popularidad de la ciencia y el éxito del Programa de Ciencia de la Ciudad Inteligente y la Escuela de Datos Urbanos son una muestra de que programas educativos de este tipo pueden ayudar a los estudiantes a adquirir directamente conocimientos sobre las aplicaciones de conceptos científicos en las ciudades inteligentes y atraer a más estudiantes hacia las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en una edad temprana (véanse <http://engineering.nyu.edu/k12stem/sosc/> y <http://urbandataschool.org/>).

Reforma de los planes de estudio y promoción del aprendizaje pluridisciplinar

27. Es necesario reformar los planes de estudios de las enseñanzas primaria y secundaria, así como de la enseñanza superior y la formación y la capacitación profesional y técnica, a fin de integrar los requisitos en las competencias técnicas especiales que exige la infraestructura inteligente. Una característica fundamental de toda ciudad inteligente es que se trata de un fenómeno de carácter pluridisciplinar; para diseñar una infraestructura inteligente innovadora es necesaria la colaboración de equipos pluridisciplinarios. Las universidades y centros educativos deben alentar la investigación y el aprendizaje de carácter pluridisciplinar y brindar oportunidades a tal efecto. Ya están creándose nuevos departamentos y programas de estudios en esta nueva ciencia urbana en muchas universidades. Un análisis reciente indica que “desde 2005 se han creado más de una docena de nuevos laboratorios, departamentos y centros con un propósito común: perfeccionar enfoques profundamente cuantitativos y computacionales que permitan comprender la ciudad”³⁰. Además, los cursos en línea masivos y abiertos y otras formaciones en Internet en distintas competencias técnicas vinculadas con las ciudades inteligentes pueden ser buenos recursos para paliar las carencias en especialidades técnicas.

Colaboración con empresas tecnológicas para capacitar a la fuerza laboral de la ciudad inteligente

28. Las empresas del sector privado participan activamente en el desarrollo de soluciones para las ciudades inteligentes, así como de nuevas e innovadoras aplicaciones inteligentes. El sector público puede aunar fuerzas con las empresas para impartir la tan necesaria capacitación profesional. Se podrían ofertar a los actuales estudiantes más cursos diseñados e impartidos por empresas tecnológicas a través de las infraestructuras educativas existentes con el fin de colmar las lagunas que tienen las ciudades en determinadas competencias técnicas. Algunos proveedores de tecnología ya han establecido con gobiernos municipales ese tipo de colaboración³¹.

³⁰ A. Townsend, 2015, Making sense of the new urban science, accesible en <http://www.spatialcomplexity.info/files/2015/07/Making-Sense-of-the-New-Science-of-Cities-FINAL-2015.7.7.pdf>.

³¹ Por ejemplo, la Cisco Networking Academy (véase <http://www.cisco.com/web/learning/netacad/index.html>) y los convenios de colaboración suscritos entre algunas universidades y la empresa International Business Machines (véase <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/47364.wss>).

3.3 La falta de financiación y modelos de negocio correctamente formulados

29. Los proyectos de infraestructura inteligente obligan a mancomunar recursos públicos y privados con arreglo a modelos de financiación creativa y de asociación público-privada. Las políticas, la tributación y la certidumbre reguladora también desempeñan un papel importante en este proceso. Los gobiernos están obligados a abordar estas cuestiones para alentar al sector privado a crecer e innovar en formas de invertir en proyectos de ciudades inteligentes que sean nuevas, bien pensadas y con un carácter cada vez más estratégico. Desde un punto de vista estratégico, la financiación de las inversiones en infraestructura y tecnología de ciudades inteligentes es decisiva para conseguir ciudades más eficientes. Los proyectos de ciudades inteligentes suelen ser iniciativas complejas que a menudo son iniciativas complejas que implican un horizonte cronológico a largo plazo, la participación de partes de distinto tipo y ciertos riesgos. Los ciudadanos deben ser conscientes de los costos que entraña, los beneficios que genera y los precios que tendrán que pagar antes de que se pongan en marcha los proyectos. En esta sección se ponen de relieve algunos de los principales instrumentos de política³².

Instrumentos de política para satisfacer las necesidades de financiación de las ciudades inteligentes

Elaborar modelos innovadores de financiación impulsados por la tecnología

30. Como se explicó en el capítulo II, las aplicaciones para la ciudad inteligente permiten conseguir enormes mejoras de la eficiencia y un mayor ahorro de recursos. Cuando las mejoras de la eficiencia se miden con las correspondientes tecnologías inteligentes y pueden monetizarse aplicando los adecuados modelos de negocio es posible recuperar, gracias a ellas, una parte del costo de la inversión en infraestructura inteligente. Los ingresos obtenidos como resultado de ese tipo de explotación comercial que posibilita la tecnología pueden constituir un instrumento viable para financiar los proyectos de infraestructura inteligente y los proyectos encuadrados en la modalidad de asociación público-privada³³. Se puede recurrir entonces a la financiación de proyectos por terceros, pues las economías en energía, agua o costos de explotación garantizan su devolución. Otra posibilidad para recaudar ingresos es establecer el pago de tasas personalizadas para ciertos usuarios o el cobro de peajes por congestión en las horas de mayor tráfico en ciertos espacios públicos o en el centro de la ciudad gracias a redes de sensores y cámaras, lo que puede contribuir a reducir la congestión del tráfico y promover la circulación peatonal en condiciones de seguridad. Un ejemplo de un modelo de financiación innovador posibilitado por la tecnología es la utilización de contadores inteligentes en Nairobi en el marco del programa Jisomee Mita, que ayudó a financiar de manera sostenible el abastecimiento de agua corriente en algunas zonas de Nairobi mediante el uso de contadores inteligentes y el pago a través de la telefonía móvil³⁴. En Alemania, el Banco de Desarrollo del Grupo KfW elaboró un plan para monetizar las mejoras de eficiencia energética de los edificios residenciales³⁵. Las plataformas de microfinanciación colectiva también pueden ser útiles

³² Véase también la referencia a los seis modelos de negocio sostenibles para ciudades inteligentes que figura en la contribución de R. Robinson presentada en la reunión de expertos entre períodos de sesiones de la Comisión titulada “Smart cities: Why they’re not working for us yet (Ciudades inteligentes ¿por qué seguimos aún sin notar sus efectos?).”

³³ E. Buñi, Public-private partnerships for smart cities, presentado en la reunión de expertos entre períodos de sesiones de la Comisión.

³⁴ European Commission, 2013, Financing models for smart cities, available at <http://eu-smartcities.eu/sites/all/files/Guideline-%20Financing%20Models%20for%20smart%20cities-january.pdf>.

³⁵ *Ibid.*

para financiar conceptos de ciudad inteligente. Por ejemplo, en Estonia el Parque Científico e Industrial (PAKRI), gracias a una campaña de microfinanciación colectiva, logró ampliar sus actividades a los temas relacionados con la ciudad inteligente³⁶.

Monetizar los datos

31. La infraestructura inteligente genera datos, que los gobiernos municipales pueden transformarlos en nuevos conocimientos que es posible monetizar y vender a distintas partes interesadas. La clave consiste en generar una cadena de valor para esos datos y un modelo de negocio adecuado para los datos de las distintas capas. Además, los macrodatos y su analítica pueden posibilitar una mayor recaudación de impuestos al reducir la evasión fiscal; este aumento de ingresos a su vez puede aprovecharse para invertir en infraestructura inteligente. Sin embargo, durante el proceso de monetización de los datos es preciso garantizar la privacidad y la seguridad de todos los ciudadanos.

Generar ingresos mediante un uso más inteligente de los recursos públicos existentes

32. Las soluciones para la ciudad inteligente propiciadas por la ciencia, la tecnología y la innovación pueden conllevar un uso más eficiente de los recursos públicos existentes y generar nuevas posibilidades de financiación. Las plataformas en línea pueden ayudar a mancomunar los recursos públicos ociosos y generar nuevos ingresos para el Estado. Por último, algunos conceptos inteligentes pueden facilitar usos más eficientes de los recursos existentes y proporcionar nuevas fuentes de ingresos para las ciudades.

3.4 Gobernanza: lograr un equilibrio entre enfoques descendentes y ascendentes

33. Las ciudades inteligentes requieren nuevos modelos de gobernanza. La eficacia de la administración de la ciudad inteligente depende de un uso equilibrado de enfoques tanto descendentes como ascendentes. Por un lado, cotejar la información generada por los sensores inteligentes instalados en distintas infraestructuras inteligentes y tomar medidas prácticas, especialmente en situaciones de emergencia, puede exigir firmeza por parte de los dirigentes de alto nivel, así como en los procesos de ejecución desde los niveles superiores a los inferiores. Por otro lado, los enfoques basados en una gobernanza de participación de los interesados, incluidas las innovaciones impulsadas por ciudadanos y la coreación, han sido la característica definitoria de gran parte de las infraestructuras urbanas inteligentes, según se explica en el capítulo II. La gestión de un buen equilibrio entre estos dos enfoques es, por consiguiente, importante. Lograr este equilibrio facilita la tarea de los gobiernos municipales para aprovechar la sinergia entre diversos participantes (como, universidades, el sector privado, la sociedad civil y los gobiernos locales y municipales). Además, un modelo de gobernanza eficiente para las ciudades inteligentes obliga a derribar los “silos” en todos los departamentos de las administraciones públicas. Las islas de información suponen el mayor obstáculo a la integración de los recursos en el proceso de desarrollo, tanto en los niveles técnico como de gestión de una ciudad inteligente. Es preciso reformar los modelos de gobernanza a fin de que pueda disponerse de los datos generados por la infraestructura inteligente y puedan utilizarse de manera eficaz en los procesos de toma de decisiones³⁷. Así pues, los gestores de las

³⁶ PAKRI, 2015, World’s first crowdfunding campaign for smart city expansion is launched in Pakri, Estonia, accesible en <http://pakri.ee/world%C2%B4s-first-crowdfunding-campaign-for-smart-city-expansion-is-launched-in-estonia/>.

³⁷ J. Belissent, 2015, Smart Cities: A coming of age, presentado en la reunión de expertos entre períodos de sesiones de la Comisión.

administraciones municipales deben afrontar el reto de concebir nuevas formas de procesos de gobernanza que permitan inscribir adecuadamente las necesidades de los ciudadanos en el centro de la actuación pública al equilibrar adecuadamente los enfoques de gobernanza descendente y ascendente. En esta sección se ponen de relieve algunos de los principales instrumentos de política.

Instrumentos de política que faciliten la gobernanza de las ciudades inteligentes

Promover plataformas para una gobernanza participativa ascendente

34. Varias aplicaciones tecnológicas innovadoras ofrecen una plataforma que permiten a los gobiernos municipales mantener activamente un contacto regular con los ciudadanos. Los gobiernos municipales están utilizando actualmente diversas plataformas y tecnologías innovadoras para colaborar activamente con los ciudadanos en la gestión de las ciudades. Por ejemplo, en Amsterdam se distribuyó entre los ciudadanos una carpeta sobre la ciudad inteligente para crear con su ayuda una red de sensores para medir la calidad del aire³⁸. En Bangalore (India), la empresa social NextDrop ayuda a coordinar información entre los centros de operaciones, las empresas de abastecimiento de aguas y los clientes mediante llamadas y servicios de mensajería breve que permite informar a los vecinos de toda interrupción del servicios de abastecimiento de agua y una aplicación móvil sirve de plataforma social para debatir las cuestiones relacionadas con el agua³⁹. En Yakarta, los funcionarios de la administración municipal han utilizado Twitter para poder reaccionar mejor ante las inundaciones⁴⁰. Ese tipo de plataformas tecnológicas ayudan a establecer la transparencia y la rendición de cuentas, lo que fortalece la gobernanza participativa.

Establecer centros de operaciones para la ciudad inteligente a fin de deshacer la compartimentación administrativa en silos

35. Las ciudades inteligentes generan datos e información recopiladas por las empresas de servicios públicos y los componentes de la infraestructura y que suelen estar bajo el control de entidades públicas. Sin desmontar los silos administrativos de todas esas entidades, las ciudades no estarán en condiciones de aprovechar mejor los datos reunidos. Un método común para superar esta dificultad, que han adoptado varias ciudades inteligentes, consiste en crear un centro de operaciones central donde confluyen directamente todos los datos procedentes de las distintas fuentes. Por ejemplo, en Río de Janeiro (Brasil), un centro de operaciones de la ciudad inteligente agrupa en una única sala de vigilancia a 30 departamentos del municipio y los proveedores privados⁴¹. Los centros de operaciones permiten aprovechar de manera eficiente los datos fusionando y cotejando los distintos tipos de datos que ayudan a proporcionar más información a los encargados de adoptar decisiones. Se trata de un enfoque relativamente descendente, pero esos centros pueden ser un revulsivo en tiempos de crisis. Ayudan a garantizar que los procesos descendentes de adopción de decisiones sean más transparentes y se basen en evidencias empíricas, pues los datos empleados para adoptar decisiones pueden hacerse públicos.

³⁸ Waag Society, 2014, Smart citizen kit Amsterdam, accesible en <http://waag.org/sites/waag/files/public/media/publicaties/eindrapportage-sck-asd.pdf>.

³⁹ R. Talish, 2015, NextDrop wins contract to expand services across Bangalore city, Groupe Speciale Mobile Association, accesible en <http://www.gsma.com/mobilefordevelopment/programme/utilities/nextdrop-wins-contract-to-expand-services-across-bangalore-city/>.

⁴⁰ M. Gillis, 2014, Helping Jakarta track flooding in real time to save more lives, The Official Twitter Blog, accesible en <https://blog.twitter.com/2014/helping-jakarta-track-flooding-in-real-time-to-save-more-lives>.

⁴¹ C. Frey, 2014, World Cup 2014: Inside Rio's Bond-villain mission control, *The Guardian*, 23 May, accesible en <http://www.theguardian.com/cities/2014/may/23/world-cup-inside-rio-bond-villain-mission-control>.

3.5 El diseño de ciudades inteligentes inclusivas

36. Otro de los principales problemas que afronta el concepto de ciudad inteligente es garantizar la participación de todos los grupos de ciudadanos y promover la inclusividad. Las aplicaciones para las ciudades inteligentes deben ser inclusivas en lo que respecta a la creación de oportunidades para todos y deben garantizar que determinados grupos ni se queden al margen de los impactos positivos ni se vean afectados desproporcionadamente por los costos en que pueda incurrir la sociedad. Por ejemplo, las necesidades de los grupos vulnerables, como las mujeres, las personas de edad y las personas con discapacidad, deben integrarse en las estrategias de ciudades inteligentes. La necesidad de garantizar la inclusividad para esos grupos vulnerables es especialmente importante porque hay una posibilidad significativa de que no tengan los conocimientos técnicos necesarios para utilizar aplicaciones para ciudades inteligentes o de que sus medios de vida pueden ser los más afectados por ese tipo de aplicaciones. La promoción de la gobernanza participativa en las ciudades es condición necesaria para el desarrollo de las ciudades inteligentes inclusivas. En esta sección se ponen de relieve algunos de los principales instrumentos de política.

Instrumentos de política para el desarrollo de las ciudades inteligentes inclusivas

Ayudar a regularizar los sectores informales mediante aplicaciones inteligentes

37. Se carece de datos sobre los sectores y los asentamientos informales en la mayoría de los países. Este es uno de los motivos principales por el que suelen quedar fuera de los planes y programas de la ciudad. Sin embargo, las soluciones impulsadas por la ciencia, la tecnología y la innovación pueden ayudar a hacer una cartografía de los sectores informales y utilizar estos datos posteriormente para evaluar el impacto de algunos proyectos de ciudad inteligente en esos sectores, así como para diseñar infraestructuras para ciudades inteligentes adaptadas a sus necesidades. Por ejemplo, actualmente existen iniciativas en Liberia, Sudáfrica y la República Unida de Tanzania basadas en la aplicación de la tecnología de telefonía móvil para cartografiar los asentamientos irregulares y los sectores informales.

Implantar infraestructuras inteligentes asequibles para los sectores informales

38. Una de las principales características de los sectores informales es su falta de acceso a los principales servicios públicos como la electricidad o el agua corriente. Sin embargo, las aplicaciones de infraestructura inteligente pueden concebirse para hacer llegar los servicios públicos básicos a las personas de los sectores informales. Por ejemplo, en África Oriental M-KOPA Solar utiliza la tecnología de telefonía móvil y la energía solar para que las personas excluidas de las principales redes eléctricas tengan acceso a soluciones de energía solar asequibles y de gran calidad (véase <http://www.m-kopa.com/>). Aplicaciones de este tipo pueden ser cruciales para asegurar la inclusividad al aplicar conceptos de ciudad inteligente, especialmente en los países en desarrollo.

Ciudades inteligentes e inclusividad de género

39. La tecnología puede utilizarse de tres maneras para que el diseño de la infraestructura inteligente incorpore la inclusividad de género⁴². En primer lugar, puede proporcionar plataformas para que los planificadores urbanos puedan contactar e interactuar

⁴² R. Peterniak, 2015, Smart cities are gender inclusive, intervención en Transforming Transportation, Washington, D.C., 15 y 16 de enero; accesible en <http://www.slideshare.net/EMBARQNetwork/smart-cities-are-gender-inclusive-rebecca-peterniak>.

con las mujeres de las ciudades a fin de comprender sus necesidades. En segundo, puede ayudar a analizar mejor los problemas a que se enfrentan las mujeres en las ciudades utilizando datos generados en tiempo real. Las aplicaciones para las ciudades inteligentes pueden diseñarse para que puedan reunir y monitorizar continuamente datos desglosados por género, que pueden utilizarse para comprender mejor y reaccionar adecuadamente a las necesidades de las mujeres. Por ejemplo, la evidencia empírica sugiere que las pautas de movilidad de la mujer, incluidos los modos de transporte, los horarios y la frecuencia de los viajes, son muy diferentes de las pautas de los hombres⁴³. El análisis de esas pautas puede ayudar a diseñar sistemas de movilidad inteligente adecuados que ofrecen posibilidades de movilidad más cómodas y más seguras para las mujeres. En tercer lugar, las comunidades de científicos, tecnólogos e innovadores pueden contribuir en la mejora de los conocimientos y los instrumentos para comunicar y abordar las cuestiones de inclusividad de género.

Desarrollar infraestructuras inteligentes dirigidas a todos los grupos vulnerables

40. Las aplicaciones tecnológicas innovadoras pueden permitir que las ciudades inteligentes sean inclusivas y respetuosas, especialmente con las personas de edad (que a menudo tienen una movilidad limitada) y las personas con discapacidad. Por ejemplo, en estos momentos se están ejecutando proyectos de infraestructura inteligente destinados a crear una red de confianza para las personas de edad y un sistema de navegación para las personas con discapacidad visual, uno en Barcelona (España) y otro en Varsovia, respectivamente⁴⁴. Esas innovaciones pueden hacer la vida más fácil y agradable en una ciudad y, por tanto, los gobiernos deben dirigir los esfuerzos de los sistemas de innovación local hacia la formulación continua de nuevas aplicaciones para las ciudades inteligentes que permitan garantizar el desarrollo inclusivo.

IV. Principios de diseño de infraestructuras inteligentes y enfoques de política

41. De las deliberaciones sobre los proyectos de ciudades inteligentes en todo el mundo, así como de las cuestiones examinadas en los capítulos II y III, pueden extraerse los siguientes principios fundamentales que pueden orientar los proyectos de infraestructura inteligente:

a) Centralidad de las personas e inclusividad. Si bien la tecnología en forma de infraestructura de ciudades inteligentes es parte integrante de ese tipo de ciudades, hay que considerarla únicamente como un factor que posibilita la satisfacción de las necesidades de sus habitantes. Por ello, el desarrollo de infraestructuras inteligentes debería basarse en un enfoque centrado en las personas que atienda las necesidades de desarrollo sostenible de los habitantes y evitar un enfoque tecnocéntrico. Debe optarse por una infraestructura inteligente y diseñarla con una comprensión profunda de los estilos de vida, culturas, comportamientos y necesidades de los habitantes.

b) Resiliencia y sostenibilidad. La convergencia de los efectos del cambio climático, la urbanización y la globalización plantea a las ciudades unos retos sin precedentes. Por consiguiente, las infraestructuras inteligentes deben ser resistentes a los choques externos y garantizar la sostenibilidad.

⁴³ M. Sangiuliano, 2015, Gender and social innovation in cities: Societal Engagement in Science, Mutual Learning in Cities gender action plan and toolkit; accesible en http://seismicproject.eu/uploads/news/Csaba_Hungary/shared_mobilityFG/SEiSMiC%20GAP_DEF.pdf.

⁴⁴ Bloomberg Philanthropies, 2015, Mayors challenge: Winning cities from past competitions; accesible en <http://mayorchallenge.bloomberg.org/bold-ideas/>.

c) Interoperabilidad y flexibilidad. Las tecnologías de las infraestructuras inteligentes evolucionan rápidamente. Por ello, deben tomarse todas las medidas necesarias para garantizar que sean interoperables los componentes de la infraestructura inteligente. Además, la infraestructura debe tener un diseño flexible con miras a futuras modificaciones y mejoras.

d) Reducción de riesgos y seguridad. Los componentes de la infraestructura de las ciudades inteligentes entrañan nuevos riesgos y problemas de seguridad, pues las infraestructuras inteligentes pueden ser vulnerables ante los hackers y los accesos ilícitos. También es una cuestión importante asegurar la privacidad de los ciudadanos. Por consiguiente, el desarrollo de las ciudades inteligentes debe ir acompañado de la debida gestión de riesgos y de estrategias de reducción de riesgos. También debe ser prioritaria la acumulación de competencias técnicas en esferas conexas.

42. La ciudad inteligente es un concepto incipiente y, por tanto, aún no ha sido debidamente integrado en las estrategias nacionales en materia de ciencia, tecnología e innovación y de las TIC en la mayoría de los Estados. Los gobiernos pueden utilizar las estrategias en materia de TIC para crear el ecosistema necesario que facilite el desarrollo de las tecnologías básicas vinculadas con las ciudades inteligentes (por ejemplo, el Internet de las cosas). Como se explica en el presente informe, los gobiernos nacionales y municipales disponen de una variedad de instrumentos de política para promover proyectos de ciudades inteligentes, entre ellos, la contratación basada en los resultados, las asociaciones público-privadas, las políticas de adquisiciones, la contratación a largo plazo y los fondos de investigación para actividades específicas. Además, los gobiernos pueden desempeñar distintas funciones en la promoción de los conceptos de ciudad inteligente⁴⁵. Por ejemplo, en su papel de regulador, están obligados a revisar su marco regulador para que se puedan propiciar las innovaciones en el campo de la ciudad inteligente. En su papel de inversores, tienen que determinar en qué programa de perfeccionamiento de competencias técnicas o en qué componente de la infraestructura deben invertir para impulsar la innovación. Los gobiernos de las ciudades pueden desempeñar eficazmente su papel de consumidor para apoyar la innovación en el campo de la ciudad inteligente dándole un trato preferente y acceso a los procedimientos de contratación pública. Los gobiernos deben utilizar activamente esos instrumentos de política y asumir esas funciones diferentes para crear y configurar mercados que funcionen adecuadamente para unas infraestructuras inteligentes que se ajusten a las necesidades del desarrollo urbano sostenible a nivel local.

V. Conclusiones y sugerencias

43. Los cambios principales son los siguientes:

a) El concepto de ciudad inteligente depende considerablemente de la especificidad de su contexto. Por ello, es importante que los gobiernos nacionales y municipales colaboren con todas las partes interesadas en la formulación de una idea común de lo que supone una ciudad inteligente en un contexto nacional o local concreto.

b) En los diseños de la ciudad y la infraestructura inteligente las personas tienen que ocupar un lugar central. Deben satisfacer las necesidades y superar los problemas de

⁴⁵ Por ejemplo, en el marco del CITIE (City Initiatives for Technology, Innovation and Entrepreneurship – Iniciativas Municipales para la Tecnología, la Innovación y el Emprendimiento) se definen en detalle nueve funciones principales (J. Gibson, M. Robinson y S. Cain, 2015, A resource for city leadership, accesible en http://citie.org/assets/uploads/2015/04/CITIE_Report_2015.pdf).

sistemas urbanos concretos y reconocer el potencial de la tecnología como factor facilitador y comprender al mismo tiempo sus limitaciones.

c) En el desarrollo de las ciudades y las infraestructuras inteligentes es preciso adoptar un planteamiento integrado que ayude a romper la compartimentación en silos que existen entre las verticales de infraestructura y los departamentos de las administraciones públicas que se ocupan de los servicios conexos.

d) En el diseño de las ciudades e infraestructuras inteligentes es preciso observar varios principios rectores, a saber, los principios de inclusividad, resiliencia, sostenibilidad, interoperabilidad, flexibilidad, reducción de riesgos y seguridad.

e) Las ciudades e infraestructuras inteligentes abren nuevas vías que permiten que la ciencia, la tecnología y la innovación puedan contribuir activamente a la urbanización sostenible. Las comunidades de científicos, tecnólogos e innovadores pueden desempeñar un papel fundamental para superar algunos de los principales desafíos que tienen planteados las ciudades y los proyectos de infraestructuras inteligentes.

f) Las políticas nacionales en materia de ciencia, tecnología e innovación y de tecnologías de la información y las comunicaciones vigentes puede que no integren adecuadamente las necesidades las iniciativas de ciudad inteligente que se están desarrollando. A tal fin, es preciso fortalecer un ecosistema favorable que permita el desarrollo de la infraestructura inteligente, que incluya las capacidades humanas, los marcos jurídicos, las políticas tecnológicas y los mecanismos institucionales y las políticas en materia de utilización de datos, tanto en el nivel de la Administración Pública como de la fuerza de trabajo.

g) Los gobiernos tienen a su disposición una gran diversidad de instrumentos para el fomento de ciudades inteligentes, entre ellos, la contratación basada en resultados, las asociaciones público-privadas, las políticas de adquisición, los marcos de planificación y desarrollo, los fondos para financiar proyectos sociales y empresariales, los fondos para financiar la investigación y la prestación de servicios de apoyo. Ese instrumental puede permitir a los gobiernos actuar para configurar los mercados y corregir sus fallos en lo que a la infraestructura inteligente se refiere.

h) La infraestructura inteligente tiene el potencial de promover el desarrollo inclusivo (que abarque también la integración de las cuestiones de género) de las ciudades al ayudar a generar datos sobre los asentamientos irregulares y los sectores informales, así como sobre otros grupos marginados de la sociedad (en particular, las mujeres, las personas de edad y las personas con discapacidad). Esos datos pueden aprovecharse para diseñar infraestructuras que atiendan las necesidades específicas de esos grupos.

i) Hay bastantes posibilidades para poder establecer una colaboración regional y entre países y para que las ciudades puedan aprender unas de los ejemplos de otras en lo referente al diseño, el fomento y la gestión de ciudades e infraestructuras inteligentes.

44. Los Estados miembros tal vez deseen considerar las siguientes medidas:

a) Adoptar un enfoque participativo del desarrollo de la ciudad inteligente que cuente con la presencia activa de los ciudadanos en todas sus fases y velar por que los factores culturales y los medios de vida de todos los sectores de la sociedad estén integrados adecuadamente en el diseño de los planes de ciudades inteligentes.

b) Colaborar con todas las partes interesadas para definir un concepto y una visión de ciudad inteligente que se ajuste al contexto local y pueda ayudar a satisfacer las necesidades locales de desarrollo urbano sostenible, e integrar los objetivos de la ciudad inteligente en las políticas nacionales en materia de ciencia, tecnología e innovación y de

tecnologías de la información y las comunicaciones, así como en los marcos nacionales de desarrollo más amplios.

c) Fortalecer la infraestructura básica de TIC necesaria para dar apoyo a las ciudades inteligentes y facilitar el desarrollo de un ecosistema que sirva de base a las principales tecnologías necesarias para favorecer los proyectos de ciudades e infraestructuras inteligentes, en consonancia con sus necesidades específicas.

d) Alentar a los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación (incluidos los parques científicos y los centros tecnológicos) a que hagan de las ciudades y las infraestructuras inteligentes una de sus prioridades ofreciéndoles los incentivos apropiados, y crear un marco de políticas que permita a los sistemas locales de innovación concebir y poner en práctica conceptos innovadores de infraestructura inteligente que atiendan necesidades locales específicas.

e) Adoptar un enfoque integrado de la conceptualización y el diseño de ciudades e infraestructuras inteligentes para promover el uso de los recursos y la prestación de servicios públicos con la máxima eficiencia.

f) Poner en conocimiento de los gobiernos los diversos instrumentos de política existentes, como la contratación basada en los resultados, las asociaciones público-privadas, las políticas de adquisiciones, la contratación a largo plazo y los fondos de investigación para actividades específicas a fin de promover la implantación de una infraestructura inteligente, así como alentar la utilización de dichos instrumentos para configurar mercados para las infraestructuras inteligentes y corregir los fallos del mercado.

g) Garantizar que en los proyectos de ciudades inteligentes se observe el principio de inclusividad, abordando adecuadamente las necesidades especiales de los sectores marginados de la sociedad, en particular las personas de edad, las personas con discapacidad y los habitantes de los asentamientos irregulares y los sectores informales.

h) Garantizar que se integren las cuestiones de género en el diseño de las ciudades y las infraestructuras inteligentes, entre otras cosas, mediante la utilización de los datos generados por los sistemas inteligentes con el fin de que las ciudades sean más seguras y más reactivas ante las necesidades de las mujeres.

i) Realizar análisis de las carencias de competencias técnicas en la fuerza de trabajo, en particular en los organismos del sector público, en lo que respecta a los conocimientos técnicos necesarios para el diseño, el desarrollo y la gestión de las ciudades y las infraestructuras inteligentes, así como promover el aprendizaje multidisciplinar y la adecuada reforma de los planes de estudios en las enseñanzas primaria, secundaria y universitaria, sí como en la enseñanza y la formación técnica y profesional, a fin de satisfacer las necesidades de competencias técnicas.

j) Promover los datos abiertos y los modelos de ciencia abierta para activar la innovación local, así como formular las políticas y las normativas adecuadas en materia de respeto de la privacidad.

k) Velar por que el diseño y el desarrollo de ciudades e infraestructuras inteligentes observen los principios de resiliencia, sostenibilidad, interoperabilidad, flexibilidad, reducción de riesgos y seguridad.

l) Incorporar los conocimientos obtenidos a partir de los datos generados por las ciudades y las infraestructuras inteligentes en los procesos de gobernanza poniéndolos a disposición de todos en forma oportuna y aprovechándolos eficazmente al formular políticas o adoptar decisiones.

45. La comunidad internacional tal vez desee considerar las medidas siguientes:

a) Colaborar con los órganos de normalización internacional y promover la elaboración de normas de interoperabilidad y otras medidas de normalización necesarias para posibilitar las tecnologías relacionadas con las ciudades inteligentes.

b) Promover iniciativas de colaboración regional para ejecutar proyectos piloto y proyectos de evaluación comparativa relacionados con ciudades e infraestructuras inteligentes que respondan a las necesidades colectivas de las regiones.

46. La Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Comisión tal vez desee considerar las medidas siguientes:

a) Asesorar a la comunidad internacional, en particular a Hábitat III y otros procesos pertinentes de las Naciones Unidas, sobre el papel crucial del mundo de la ciencia, la tecnología y la innovación en la facilitación de los proyectos de ciudades e infraestructuras inteligentes con miras al logro del desarrollo urbano sostenible.

b) Crear una plataforma para el intercambio de conocimientos adquiridos, mejores prácticas y experiencias en enfoques de políticas en el aprovechamiento de la ciencia, tecnología e innovación con miras a la promoción de ciudades e infraestructuras inteligentes.

c) Intercambiar y analizar evidencias empíricas de ejemplos satisfactorios de localización de conceptos de ciudades e infraestructuras inteligentes, especialmente en los países menos adelantados, que respondan a problemas urbanos apremiantes.

d) Proporcionar un foro para compartir evidencias empíricas del éxito de modelos de negocio que puede suponer un incentivo para que los sistemas locales de innovación propicien un aumento de la escala de los proyectos de ciudades e infraestructuras inteligentes.
