

### Publicaciones recientes del Dr. Arq. Alfredo Cilento Sarli, Miembro fundador del IDEC

#### Dr. Arq. Alfredo Cilento-Sarli

<https://orcid.org/0009-0007-7378-0705>  
Correo-e: alfredo.cilento@gmail.com

El Dr. Arq. Alfredo Cilento Sarli es una figura emblemática de la arquitectura venezolana, cuya trayectoria académica, investigativa y humanista ha dejado una huella profunda en el pensamiento urbano y territorial del país.

Alfredo Cilento Sarli, nacido en Ciudad Bolívar en 1936, es arquitecto egresado de la Universidad Central de Venezuela (UCV) y Doctor Honoris Causa de la misma institución. Su legado se entrelaza con la historia de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, donde fue profesor titular, decano (1984–1987) y co-fundador del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC).

Su obra intelectual se distingue por una mirada crítica y profunda sobre la historia social de la construcción territorial y urbana en Venezuela, abarcando desde el siglo XVIII hasta mediados del siglo XX. Fue investigador del proyecto interinstitucional FAU-CENDES sobre la historia social de la ciencia y la tecnología, y asesor de líneas de investigación que vinculan arquitectura, sociedad y memoria.

Reconocido por su excelencia, Cilento ha recibido las más altas distinciones nacionales, entre ellas la Orden José María Vargas, la Orden Francisco de Miranda, la Orden Andrés Bello y el Premio Nacional de Investigación en Vivienda (CONAVI, 2001). Su pertenencia a sociedades científicas como ASOVAC, el Colegio de Arquitectos de Venezuela y la Sociedad Venezolana de Planificación refuerza su papel como referente intelectual y ético en el ámbito académico y profesional.

También en 2015, fue designado Individuo de Número de la Academia Nacional de Ingeniería y el Hábitat, para ocupar el Sillón XIV.

Más allá de los títulos y premios, Alfredo Cilento representa una arquitectura comprometida con el país, con la justicia social y con la construcción de conocimiento a nivel de postgrado. Su pensamiento ha influido generaciones de arquitectos, investigadores y urbanistas, y su figura encarna la dignidad del saber aplicado al desarrollo humano y territorial.

El IDEC en este quincuagésimo aniversario quiere honrar a uno de sus fundadores reproduciendo dos de sus últimos textos:

#### ***Ciudades inteligentes y regenerativas***

Dr. Arq. Alfredo Cilento-Sarli

Ponencia presentada en el Congreso Venezolano de Ingeniería Civil, convocado por la Academia Nacional de Ingeniería y el Hábitat, celebrado en Caracas del 21 al 23 de febrero de 2024.

#### ***Cambio climático, crisis humanitaria y ciudades sostenibles y resilientes: el caso de Caracas***

Dr. Arq. Alfredo Cilento-Sarli

Artículo publicado en la Revista *Tribuna del Investigador*, Volumen 24, 1-2 año, 2023. Universidad Central de Venezuela

## CIUDADES INTELIGENTES Y REGENERATIVAS

ALFREDO CILENTO-SARLI<sup>1</sup>

### RESUMEN

Una ciudad inteligente incluye: (1) Edificios energéticamente eficientes que utilizan fuentes renovables y están integrados con sistemas avanzados de gestión energética digitalizada; (2) Infraestructura interconectada, multifuncional y modular; (3) Movilidad inteligente: coches eléctricos, autobuses y otros vehículos públicos o privados, alimentados por energía renovable y estaciones de recarga digitalizadas, conectadas en red y accesibles a través de una App; (4) Redes eléctricas inteligentes para llevar la energía renovable a zonas urbanas, y sistemas de almacenamiento en baterías gestionados por plataformas de software para maximizar la eficiencia (5) Hogares inteligentes que maximizan sus recursos energéticos y minimizan su gasto en energía y protección ambiental, integran dispositivos y electrodomésticos inteligentes, así como sistemas de climatización y seguridad que pueden controlarse a distancia mediante una única aplicación. Una ciudad inteligente es una ciudad digital. Por otra parte, las ciudades regenerativas siguen el modelo de economía circular, que sustituye el actual paradigma lineal que finalmente lo que hace es transformar recursos en residuos, por uno que cierra el bucle que permite transformar residuos en recursos. Una ciudad regenerativa y resiliente tiene la capacidad de confrontar cambios imprevistos en el futuro, con gran autonomía energética, alimentaria, y de recursos básicos para cubrir las necesidades de la población. Las ciudades inteligentes y regenerativas son esenciales para cumplir los objetivos de neutralidad climática del Acuerdo de París de la Cop.

### ABSTRACT

#### *SMART AND REGENERATIVE CITIES*

A smart city includes: (1) Energy-efficient buildings that use renewable sources and are integrated with advanced digitalized energy management systems; (2) Interconnected, multifunctional and modular infrastructure; (3) Smart mobility: electric cars, buses and other public or private vehicles, powered by renewable energy and digitalised, networked charging stations accessible via an App; (4) Smart grids to bring renewable energy to urban areas, and battery storage systems managed by software platforms to maximize efficiency (5) Smart homes that maximize their energy resources and minimize their energy expenditure and environmental protection, integrate smart devices and appliances, as well as HVAC and security systems that can be controlled remotely using a single

Página 1

<sup>1</sup> Alfredo Cilento-Sarli. Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, IDEC-UCV. Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. [alfredo.cilento@gmail.com](mailto:alfredo.cilento@gmail.com)

App. A smart city is a digital city. On the other hand, regenerative cities follow the circular economy model, which replaces the current linear paradigm that ultimately transforms resources into waste, with one that closes the loop that allows waste to be transformed into resources. A regenerative and resilient city has the capacity to face unforeseen changes in the future, with great autonomy in energy, food, and basic resources to meet the needs of the population. Smart and regenerative cities are essential to meet the climate neutrality goals of the Cop21 Paris Agreement.

*Palabras Clave:* Ciudades inteligentes, Ciudades digitales, Movilidad inteligente, Redes inteligentes de energía, Viviendas inteligentes.

*Keywords:* Smart Cities, Digital Cities, Smart Mobility, Smart Energy Grids, Smart Homes

## INTRODUCCIÓN

La crisis de la pandemia COVID-19, también conocida como pandemia del coronavirus, obligó a ciudades y ciudadanos a adoptar cambios importantes y novedosos. Nadie se imaginaba que de la noche a la mañana todo tuviera que digitalizarse. La digitalización cambió por completo la estructura de la sociedad y su hábitat, las profesiones, la forma de trabajo y de relacionamiento. Ahora, una ciudad inteligente y sostenible utiliza la seguridad, la eficiencia y la competitividad, al mismo tiempo que responde a las necesidades de las generaciones presentes y futuras incluyendo elementos como la conectividad a internet doméstica generalizada y el *wi-fi* en zonas públicas, así como infraestructuras inteligentes, *smart meter* eléctricos, datos abiertos y una administración electrónica. De tal manera que hoy en día, las características de una ciudad inteligente incluyen edificios, infraestructuras, movilidad, hogares y energía digitalizados, utilizados para mejorar el entorno urbano y la calidad de vida mediante una gestión optimizada; y para gestionar sistemas como el control del tráfico, los estacionamientos, la iluminación y otros. Por tanto, ambos conceptos están estrechamente relacionados: para ser inteligente, una ciudad debe ser digital, ya que debe integrar las TIC en sus redes, servicios e infraestructuras; y, en otras palabras, una ciudad no puede ser inteligente antes de ser digital.

En este artículo<sup>2</sup> se relevan prácticas que estén asociadas a la gobernanza o Gobierno Inteligente, que promueven el rol del ciudadano y su participación, aumentando la transparencia y el gobierno abierto y permitiendo que los ciudadanos puedan elegir proyectos más sustentables. Se hará énfasis en todas las propuestas para descentralización y la digitalización de trámites que mejoren la calidad ambiental y la eficiencia en términos de transporte y consumo de energía; así como en las asociadas a la movilidad inteligente (*Smart mobility*) que promueven la creación de infraestructuras inteligentes y ampliamente conectadas. Las acciones que contribuyan, a través de aplicaciones o prácticas tecnológicas, a un uso eficiente del agua y la energía y el correcto manejo de los desechos sólidos (*smart environment*). Y en las que incluyan prestaciones tecnológicas que

<sup>2</sup> Este artículo o monografía se basa fundamentalmente en una revisión documental sobre el tema de las ciudades inteligentes.

estén relacionadas con los servicios públicos inteligentes como la salud (y la e-salud), seguridad (y la e-seguridad), entre otros (IUC-UE, 2020).

### **GOBERNANZA INTELIGENTE, CIUDAD INTELIGENTE Y CIUDAD DIGITAL**

Según el BID (2016), una Ciudad Inteligente: (1) Facilita la integración de procesos en la administración pública, y a su vez aportan información necesaria y transparente para una mejor toma de decisiones y gestión presupuestaria; (2) Genera procedimientos comunes que aumentan la eficiencia del gobierno; (3) Optimiza la asignación de recursos y ayudan a reducir gastos innecesarios; (4) Eleva el grado de satisfacción de los habitantes pues permiten prestar una mejor atención a los usuarios de servicios y mejorar la imagen de los órganos públicos; (5) Permiten una mayor participación de la sociedad civil organizada y de los ciudadanos en la administración por medio del uso de herramientas tecnológicas que ayudan a monitorear los servicios públicos, identificando problemas, informando e interactuando con la administración municipal para resolverlos; y (6) Producen indicadores de desempeño que son útiles para medir, comparar y mejorar las políticas públicas.

IGI Global (2022) define la gobernanza inteligente como "el uso de tecnología y la innovación para facilitar y apoyar una mejor toma de decisiones y planificación dentro de los órganos de gobierno". Este concepto propone la mejora de los procesos democráticos y la transformación en la prestación de servicios públicos. En este contexto de '*smart governance*', Valdot (2018) define el acrónimo '*Smart*' como *Social, Mobile, Analytics, Radical-Openness* (apertura radical) y *Trust* (confianza). Sea como fuere, ambas ponen en valor cómo, la generación, análisis y utilización del cúmulo de datos que generan las ciudades inteligentes permiten establecer un nuevo modelo de gestión pública más democrático, inclusivo y sostenible. En efecto, las ciudades inteligentes utilizan dispositivos de la Internet de las Cosas (*IOT*, por sus siglas en inglés), como sensores y contadores conectados, para recoger y analizar datos. Se utilizan estos datos para mejorar las infraestructuras, los servicios públicos y los servicios en general, y para hacer más fáciles y eficientes las tareas cotidianas, al tiempo que mejoran la seguridad pública, el tráfico y las cuestiones medioambientales. También utilizan estrategias como el urbanismo verde para reducir la huella ecológica de la ciudad y ayudarla a alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU<sup>3</sup>.

Sin embargo, la Gobernanza Inteligente puede presentar dos obstáculos para su implementación: (1) lograr generar interés ciudadano dado que algunos asuntos gubernamentales pueden no resultar atractivos para el conjunto de la ciudadanía, por lo que conseguir su participación puede presentar dificultades; y (2) el "analfabetismo digital", la llamada brecha digital o dificultad para utilizar

<sup>3</sup> ODS-ONU. Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>

aplicaciones digitales de gobernanza inteligente, puede ser un obstáculo para la participación del segmento de población que no está preparado y no es capaz de desenvolverse en entornos digitales.

## DISEÑO URBANO INTELIGENTE

Como se ha visto, el avance de la tecnología ha cambiado radicalmente la vida de las personas y modificado la planeación, el diseño, la organización y la gestión de la ciudad. Los dispositivos móviles permiten la comunicación estrecha entre gobierno y sociedad, es posible la generación de datos en tiempo real para la toma de decisiones, la hiper conectividad, el *Bigdata*<sup>4</sup> o el *IoT* son conceptos que han surgido de la sofisticada generación, procesamiento y aprovechamiento de información, que han calificado muchos servicios y cosas como inteligentes: teléfonos inteligentes, televisores inteligentes, automóviles inteligentes, casas inteligentes y, como hemos visto, ciudades inteligentes.

El diseño urbano inteligente (DUI) es una forma de planificación urbana que utiliza tecnología y datos para mejorar la calidad de vida de los habitantes de una ciudad y hacer que la ciudad sea más eficiente y sostenible. Implica una planificación que involucre a los habitantes en decisiones políticas participativas. Se enfoca en la creación de ciudades inteligentes, que son ciudades, como se ha señalado, que utilizan tecnología y datos para mejorar la calidad de vida de sus habitantes y hacer que la ciudad sea más eficiente y sostenible. Incluye los conceptos de ciudad 15 minutos o ciudad 500 metros (Cilento, 2023).

Para planificar una ciudad inteligente, es necesario cambiar las estrategias urbanas en las que se implementa un enfoque general para todos, a un sistema con varios niveles en el que se individualiza toda la tecnología disponible según la amplitud, profundidad, vida e identidad de cada ciudad. No es posible un enfoque desde cero, porque no hay dos ciudades que tengan el mismo marco, las mismas estadísticas, la misma historia e infraestructura o las mismas necesidades básicas. En resumen, para planificar una ciudad inteligente, es necesario tener en cuenta la gobernanza inteligente, la investigación constante de nuevas soluciones y mejoras, asegurando una economía y un comercio inteligente, y mejorando la vida inteligente.

Sin embargo, la falta de infraestructura tecnológica en las ciudades puede dificultar enormemente la generación de datos necesarios para la toma de decisiones y la planificación de la infraestructura para intervenir el espacio público; y esto representa la principal limitante del urbanismo inteligente. Si bien se reconocen las limitaciones del DUI y el carácter de construcción en la que se encuentra la metodología, también es importante afirmar que la tecnología permite disminuir las barreras, por

<sup>4</sup> Hoy en día, casi más de 7.000 millones de dispositivos comparten información por Internet. Se estima que esta cifra se elevará hasta los 20.000 millones en 2025. El *Big Data* se encarga de analizar este océano de datos para convertirlo en información que está transformando el mundo. <https://www.iebschool.com/blog/valor-big-data/>

ello, seguramente en el futuro próximo existirán nuevas condiciones que permitan mejorar el diseño de ciudades inteligentes.

### MOVILIDAD INTELIGENTE: REDES DE TRANSPORTE INTELIGENTE

La movilidad inteligente es clave fundamental de las ciudades inteligentes y su fortaleza se basa en que no trata de resolver la cuestión del tránsito a través de la construcción de más autopistas, si no que se busca encontrar otras soluciones invirtiendo la matriz de movilidad urbana, es decir pasando de la prioridad al automóvil privado a la prioridad al transporte público, la bicicleta y el peatón. Una ciudad inteligente debe ser capaz de ofrecer infraestructuras de movilidad (estacionamientos, redes de recarga, señalización, vehículos) y soluciones de movilidad que incluyan, por ejemplo, el uso de automóviles eléctricos, los monopatines y monociclos eléctricos, el *carsharing*, *bikesharing*, entre otros.<sup>5</sup>

Entonces, movilidad inteligente implica: coches eléctricos, autobuses y otros vehículos tanto públicos como privados, alimentados por energía renovable. Estaciones de recarga digitalizadas, conectadas en red y accesibles a través de una *app*. Sensores, tecnologías de comunicación avanzadas, automatización y redes de alta velocidad. Vehículos autónomos, vehículos eléctricos, compañías de transporte en red y *dron delivery*. Una ciudad inteligente también tiene como objetivo la movilidad verde, ya sean vehículos eléctricos o carriles para peatones y bicicletas, como la conversión de tramos urbanos de autopistas en bulevares arbolados de movilidad sostenible. El objetivo final es reducir el tráfico, disminuir los niveles de contaminación, reducir las islas de calor y crear flujos inteligentes sin cuellos de botella, así como reforzar las economías de escala para promover una movilidad accesible para todos.

El uso de la bicicleta compartida ha aumentado en los últimos años, sobre todo en Europa y en las ciudades planas con abundantes carriles bici y otras infraestructuras. Para los que sólo necesitan desplazarse unos pocos kilómetros, el uso compartido de la bicicleta es una buena solución. El *car sharing* también se está extendiendo por todo el mundo, ya que la tecnología ha hecho posible que empresas y particulares puedan alquilar coches por horas o incluso minutos. Empresas como *Uber* y *Lyft*, que permiten pedir un coche de alquiler a través de una *App*, han causado una revolución en las ciudades donde sus vehículos pueden circular libremente.

Una ciudad inteligente es capaz, además, de ofrecer a los ciudadanos modelos de movilidad como el servicio (*MaaS*)<sup>6</sup>, que permiten pasar del concepto de movilidad como una forma de desplazarse a lo largo de una ruta que hay que definir personalmente, y gestionar cada paso de forma individual, a un servicio integral que se utiliza como y cuando se necesita. Se trata de un nuevo sistema de

<sup>5</sup> *Carsharing* y *bikesharing* son innovaciones que permiten desplazarse por la ciudad mediante el alquiler de autos y bicicletas que están disponibles por un tiempo limitado para cuando la persona lo necesite.

<sup>6</sup> *MaaS*. Por sus siglas en inglés: *Mobility as a Service*.

movilidad basado en el concepto de suscripción o pago por uso, que se está extendiendo sobre todo en las grandes ciudades.

La *MaaS* comenzó a ganar peso cuando, gracias a los dispositivos inteligentes, se vio la posibilidad y la importancia de la conectividad en tiempo real. Hoy en día, con el desarrollo del *Big Data*, la inteligencia artificial o el *IoT* surgen soluciones como aplicaciones móviles que permiten tener todos los transportes en una sola *App* para poder hacer un itinerario a medida. Por lo tanto, la *MaaS* implica reunir en una misma plataforma o herramienta todos los tipos de transporte, tanto públicos como privados, para crear una movilidad más sostenible y centrada en el usuario que combine así las mejores ofertas y trayectos.

## GESTIÓN INTELIGENTE DEL AGUA

La tecnología del *IoT* para la gestión inteligente del agua va desde el almacenamiento y tratamiento del agua cruda hasta su distribución y suministro domiciliario. Hay capas de infraestructura y tecnologías como dispositivos de automatización y control, tecnologías de sensores, software de análisis de datos que hacen que el sistema de gestión del agua sea verdaderamente «inteligente». Casi todas las empresas de servicios de agua de todo el mundo necesitan actualizaciones de infraestructura y tecnología para una operación eficiente de la planta, optimización de bombeo, uso óptimo de energía, detección de fugas, detección de contaminantes y suministro eficiente al consumidor. las tecnologías *IoT* tienen la capacidad de proporcionar soporte de hardware y software para un sistema de toma de decisiones automatizado y basado en datos hacia una red de agua inteligente eficiente, de buena calidad y libre de fugas. A continuación, se enumeran algunas de las aplicaciones sugeridas en las que el *IoT* para la gestión inteligente del agua puede desempeñar un papel crucial en la ciudad (*Smart Net*, 2023):

1. *Smart Water Metering*. Lo que no se puede monitorear no se puede corregir y una red de medidores inteligentes que recopile datos en tiempo real a través de la red hídrica ayuda a identificar fugas, descubrir patrones ocultos en el consumo de agua, usar análisis predictivos para regular la demanda y suministrar y configurar alarmas para notificar anomalías.
2. Detección de fugas en las tuberías de agua. Medir la presión del agua en las tuberías no es una tecnología nueva, pero usar estos datos en tiempo real en una red *IoT* puede ayudar a ahorrar millones de litros de agua. Las redes *Smart Meter* en integración con *GIS* y *GPS*, los sistemas de información meteorológica y los servidores en la nube pueden ayudar no solo a detectar fugas rápidamente sino también a emitir órdenes de reparación de manera instantánea a los ingenieros de campo locales.
3. Monitoreo del nivel de los tanques. Estos sensores enviarían señales a la bomba de agua dependiendo del estado «lleno» o «vacío» de los tanques, según el cual las bombas se apagarían y apagarían automáticamente, eliminando tanto la intervención manual como la necesidad de ajustes preprogramados. Esto no solo ayudaría a conservar agua, sino también a la energía necesaria para operar las bombas.

4. Monitoreo de la calidad del agua. El agua contaminada es tal vez peor que el suministro inadecuado de agua, lo que provoca una salud deficiente y baja productividad entre las personas y las sociedades. El acceso a esta información en tiempo real y actuar de inmediato es lo que marcaría la diferencia en el control de daños y en el manejo de la situación de manera satisfactoria

5. Hardware y software de vanguardia habilitados para *IoT*. Con todos estos factores en conjunto, las redes inteligentes de agua habilitadas para *IoT* seguramente ganarán una alta aceptación a un ritmo rápido en todo el mundo. (Derlis Hernández et al. 2021)

### SISTEMAS ENERGÉTICOS INTELIGENTES

*Net zero energy*. el término *nzeb*<sup>7</sup> es el acrónimo de la definición en inglés de edificios de consumo de energía casi nulo, un tipo de edificación con un nivel de eficiencia energética muy alto y un consumo mínimo de energía, es decir, la máxima expresión de lo que se considera un edificio energéticamente eficiente.

Sistemas inteligentes de monitorización, control y regulación permitirán conocer en tiempo real las condiciones climáticas, los consumos de energía o el funcionamiento de los ascensores, sistemas de seguridad, puertas, iluminación, etc. y analizar su evolución actual y futura. Así, se podrán ajustar los distintos equipos, optimizando los consumos, según la necesidad real en cada momento, detectar puntos de ineficiencia, gestionar la producción de electricidad o mejorar los niveles de confort. Todos los elementos del edificio estarán conectados entre sí y podrán gestionarse de forma inmediata y remota, incluso desde nuestros teléfonos móviles. Energías renovables: paneles fotovoltaicos permitirán crear estructuras que sirvan como fuente de energía y, al mismo tiempo, soportar partes del edificio, servir de ventanas o suelos, o ventilar el interior creando corrientes naturales. La energía renovable obtenida se almacenará en los cuartos de baterías para poder aprovecharse en consumos comunes. Las zonas de estacionamiento se adaptarán al despliegue del vehículo eléctrico, ubicando un punto de carga en cada puesto que se podrá gestionar desde casa. Los edificios también adaptarán su distribución para acoger calderas de biomasa.

La vegetación jugará un papel muy importante en la sostenibilidad y calidad de los edificios. En los interiores, las zonas verdes ayudarán a filtrar el aire y a crear espacios más agradables. En las azoteas también existirá este tipo de áreas, así como en fachadas, contribuyendo al aislamiento del edificio. A escala de barrio la eficiencia de los edificios será solo una parte de una estrategia urbanística mayor, que tendrá en cuenta todos estos factores a escala de ciudad, estudiando las conexiones y sinergias entre edificios, entre edificios y barrios, y entre barrios. Contemplará el impacto ambiental global de servicios como la gestión de residuos, el transporte, la limpieza, las áreas verdes, la iluminación, etc. (Heraldo, 2017)

<sup>7</sup> *Nzeb: Nearly zero energy building*.

Adopción de sistemas de ventilación híbrida (SIBER, 2023): un tipo de ventilación controlada en la que, cuando las condiciones de presión y temperatura ambientales son favorables, la renovación del aire se produce mediante la ventilación natural y cuando las condiciones son desfavorables, se activa la ventilación forzada mediante extracción mecánica. Uso de ventanas y cerramientos inteligentes que dejarán pasar más o menos luz en función de la iluminación exterior, la diferencia entre la temperatura exterior e interior, la orientación del espacio, el mes, la estación del año, pudiéndose adaptar a nuestras preferencias. Esto se podrá conseguir, por ejemplo, con ventanas fabricadas con vidrios y cristales de cambio de fase, que se vuelven opacas o translúcidos de forma controlada, al mismo tiempo que ceden o almacenan energía térmica.

Paneles móviles de protección solar, de fachadas dinámicas, que proyectan sombra sobre la fachada o rotarán para dejar pasar la luz, también permitirán, o no, las ganancias térmicas a través de los cerramientos según la época del año. Nuevos materiales fotocatalizadores<sup>8</sup> conseguirán absorber, durante su ciclo de vida, más emisiones de CO<sub>2</sub> que las que se utilizan para producirlos.

## ESPACIOS PÚBLICOS Y PARQUES INTELIGENTES

Un espacio público inteligente y conectado (BABLE, 2023) recoge datos en las zonas que pueden transferirse de forma segura a través de *wi-fi* u otras tecnologías similares para ser gestionados centralmente. Los datos que se recogen con los sensores pueden ser datos sobre la calidad del aire, los movimientos y las personas en el espacio público o información relevante para la seguridad. A menudo, los servicios implementados son puntos de acceso *wi-fi* o balizas de orientación para la navegación a ciegas. Pantallas públicas pueden proporcionar acceso a mapas locales, a un registro de tiendas y servicios o a la planificación multimodal de rutas.

Los Parques inteligentes (TOMORROW BIO, 2023) incluyen amplias zonas verdes y arboladas con una gran variedad de instalaciones recreativas que incluyen tecnologías avanzadas e infraestructuras conectadas que pueden supervisar y controlar diversos aspectos del funcionamiento del parque. Estas tecnologías pueden incluir sensores para medir la calidad del aire, el tráfico y los niveles de ruido, así como sistemas para analizar los datos recogidos por estos sensores en tiempo real. Una de las características clave de un parque inteligente es su capacidad para adaptarse a las necesidades de sus usuarios. Por ejemplo, si una determinada zona del parque registra un elevado tráfico peatonal, el sistema de gestión del parque puede ajustar la iluminación, el consumo de agua y otros factores para optimizar el uso de la zona y minimizar su impacto ambiental. Este nivel de adaptabilidad es una ventaja clave de los parques inteligentes frente a los espacios verdes tradicionales.

<sup>8</sup> Material fotocatalizador: Es un material semiconductor que actúa acelerando la velocidad de las reacciones químicas de oxidación. El más utilizado es el dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) por su bajo costo y su capacidad para mineralizar los contaminantes y no generar otras sustancias nocivas.

Quioscos digitales de información que proporcionan a los visitantes toda la información que necesitan para aprovechar al máximo su visita. También pueden ayudar a los gestores de los parques a seguir el comportamiento de los visitantes y recopilar datos sobre su uso. Esta información puede utilizarse para tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento y el desarrollo futuro del parque.

Soluciones de iluminación avanzadas que utilizan sensores y automatización para ajustar los niveles de iluminación en función de la hora del día y las condiciones meteorológicas, ayudan a reducir el consumo de energía y mejoran la seguridad del parque. La iluminación más brillante puede activarse automáticamente en zonas muy transitadas o durante eventos especiales, mientras que la iluminación más tenue puede utilizarse para crear un ambiente más tranquilo en zonas más silenciosas.

Los parques generan abundantes residuos, pero los parques inteligentes utilizan formas innovadoras de reducir su impacto ambiental. Contenedores de reciclaje inteligentes que pueden clasificar los materiales automáticamente, facilitan el reciclaje a los visitantes y reducen la cantidad de residuos que acaban en los vertederos. También incorporan instalaciones de compostaje que convierten los residuos orgánicos en tierra rica en nutrientes para su uso en el mantenimiento del parque; esto no sólo reduce los residuos, sino que también ayuda a mejorar la salud del ecosistema del parque.

## SEGURIDAD INTELIGENTE

La seguridad en las megalópolis se verá reforzada por los avances en computación y los dispositivos conectados a través de las redes 5G, que posibilitarán canales de comunicación bidireccionales inmediatos para poder abordar emergencias en tiempo real, básicamente a través de la recogida y análisis de datos procedentes de cámaras y sensores. Las aplicaciones son numerosas, tanto en el ámbito de la seguridad ciudadana, como en los del tráfico y la movilidad, el medio ambiente y la seguridad sanitaria. Un estudio del *McKinsey Global Institute* señala que la gestión del *big data* procedente de cámaras, sensores y terminales podría reducir el crimen entre un 30 y un 40%, y el tiempo de respuesta a emergencias hasta un 35%. (Escudodigital, 2022).

En cuanto a la gestión del tráfico y la movilidad se dispone de sistemas que permiten captar datos de parámetros clave de la operación utilizando sensores de última generación, mediante los que se pueden detectar y gestionar incidentes en la infraestructura, analizar el comportamiento de los flujos vehiculares, contar vehículos, su velocidad, su peso, su ubicación o sus retrasos. El correcto aprovechamiento de las tecnologías implicadas en la implementación de una solución ITS (Sistemas de transporte inteligente, por sus siglas en inglés) posibilita monitorizar los datos capturados, analizarlos, tratarlos en el centro de control de tránsito y distribuirlos, en tiempo real, dando capacidad de reacción en tiempo real a los operadores de la red vial y autoridades, así como a los propios usuarios, ante cualquier situación problemática.

Respecto a la seguridad ambiental, es posible integrar sensores que detecten la presencia de partículas contaminantes o peligrosas en el aire, para las que se establecen unos límites máximos. Si dichos límites se alcanzan o superan, se activarían protocolos específicos para garantizar la seguridad física de los ciudadanos, como la transmisión de alarmas de contaminación.

Una tecnología capaz de establecer patrones y reconocer desplazamientos rutinarios facilita también el control de situaciones de alerta sanitaria, como las derivadas de la reciente crisis del Covid-19. Además, se puede aplicar a situaciones de control de tráfico, para agilizar la circulación de vehículos de emergencias, o a la gestión de áreas de acceso y aparcamiento restringido en el entorno de centros de salud o eventos que requieran el despliegue de dispositivos sanitarios.

En el caso de la seguridad ciudadana, el empleo de cámaras, sistemas de protección y de control de accesos proporciona a los cuerpos de seguridad información en tiempo real sobre altercados en espacios públicos y delitos cometidos en la calle, pero también sobre venta ambulante ilegal, plantaciones ocultas, obras realizadas sin autorización, vertidos ilegales y actividades públicas sin licencia, entre otras actividades ilegales o delictivas. Hay que señalar que muchas de estas intervenciones son catalogadas, por ciudadanos y ONGs, como violatorias de la privacidad.

## SISTEMAS DE SALUD INTELIGENTES

Independientemente de su tamaño y etapa de desarrollo, las ciudades alrededor del mundo enfrentan los mismos desafíos de salud: extender la atención de calidad al mayor número posible de ciudadanos como sea posible, tanto en los centros urbanos como en las regiones remotas, reducir costos a través de programas de prevención que mejoren la calidad de vida de la población y gestionar un escenario de longevidad en el que una porción creciente de la población llegará a edades más avanzadas.

Los sistemas de salud inteligentes buscan de manera proactiva nuevas formas de asociarse (especialmente con empresas de tecnología) que combinen su experiencia en el cuidado de la salud con habilidades de alta tecnología, tecnologías conectadas y mayor conocimiento del consumidor.

Ahora bien, las oportunidades en el área de salud dependen enteramente de la oferta de conectividad de banda ancha no sólo en hospitales, clínicas y centros de salud, sino también en los hogares. Conexión de banda ancha (fija y móvil) asociada con videoconferencias y plataformas de comunicación unificada abren nuevas perspectivas para la prestación de servicios sanitarios a domicilio por ordenador, práctica de telemedicina en clínicas distantes, soporte remoto para diagnósticos y capacitación en línea para profesionales en áreas remotas. En el seguimiento del área del paciente, historias clínicas electrónicas, aplicaciones móviles para seguimiento físico de actividades, dispositivos portátiles con sensores para monitorear los signos vitales en personas mayores y pacientes discapacitados, GPS para facilitar el seguimiento y movilidad de las ambulancias, y botones de emergencia conectados a *call center* son algunos de las numerosas oportunidades para los servicios de salud de las ciudades inteligentes.

## CIUDADES REGENERATIVAS

Una ciudad regenerativa es una ciudad inteligente y resiliente con la capacidad de confrontar cambios imprevistos en el futuro, que tiene una gran autonomía energética, alimentaria, y de recursos básicos para cubrir las necesidades de su ciudadanía, ayuda a crear más abundancia y ecosistemas más sanos para las futuras generaciones, mientras contribuye a reversar el cambio climático. Las ciudades regenerativas siguen el modelo el modelo de economía circular, que sustituye el actual paradigma lineal de tomar-hacer-desperdiciar por uno circular que cierra el bucle entre la extracción de recursos, la fabricación, el consumo y los residuos. Una ciudad circular utiliza la tecnología de las ciudades inteligentes y los materiales reciclados para construir y gestionar sus infraestructuras, y utiliza la energía renovable para electrificar sus servicios. En resumen, las ciudades inteligentes que pasan a ser circulares son esenciales para cumplir los objetivos del acuerdo de París de neutralidad climática y protección de la biodiversidad en beneficio de las generaciones presentes y futuras.

Para ONU Hábitat, una ciudad regenerativa beneficia al medio ambiente y a los ecosistemas naturales, impulsando la economía local, y mejorando la cohesión y la vida cultural de sus barrios. Una ciudad así mantendría su capacidad de renovación de forma constante y automática siendo un vector de prosperidad. Las ciudades regenerativas no solo hacen un uso eficiente de los recursos y tienen bajas emisiones de carbono, sino que mejoran positivamente a su entorno urbano y a los servicios ecosistémicos que reciben más allá de sus fronteras. Esto quiere decir que se trata de una ciudad que busca regenerar sus vínculos con la periferia y con las tierras incluso más lejanas, que le proporcionan recursos naturales como agua, alimentos, madera, etc.

El *World Future Council* habla de la necesidad de un cambio desde la “Petrópolis” a la “Ecópolis”, donde la necesidad primaria de acción está en el área de la energía. El uso de materias primas fósiles será cada vez menor en las ciudades en el futuro y será reemplazado por un sistema descentralizado de energías renovables de matriz diversificada según las ventajas objetivas de cada espacio urbano. Esto incluye la energía eólica, solar, captura de metano, y, donde sea posible, la geotérmica y pequeñas centrales hidroeléctricas. Estos sistemas tienen varias ventajas: reducen sustancialmente las emisiones de carbono de las ciudades y al mismo tiempo las hacen más saludables, hacen que las ciudades y economías nacionales sean menos vulnerables a los precios del petróleo y del gas.

Al mismo tiempo, la ciudad regenerativa no sólo está dirigida a la regeneración de los recursos y la eficiencia de los ecosistemas, también tiene que regenerar sus espacios públicos y entornos de una manera centrada en el ser humano. La preservación y valorización del patrimonio histórico y cultural es también una oportunidad clave para la regeneración urbana. Una de las tendencias de regeneración urbana que más se está extendiendo en ciudades de todo el mundo es la de transformar lugares y edificios industriales abandonados en espacios de convivencia vecinal o de uso cultural. (ComunicarSe,2022)

## EPÍLOGO

Los Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos en la Agenda 2030, adoptada por la Asamblea General de Naciones Unidas en septiembre de 2015, incluyeron por primera vez, un objetivo específicamente urbano en la agenda internacional del desarrollo, el Objetivo 11: “Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles”. En tal sentido las ciudades inteligentes, son el resultado de la necesidad cada vez más imperiosa de orientar nuestra vida hacia la sostenibilidad. Así, estas ciudades se sirven de infraestructuras, innovación y tecnología para disminuir el consumo energético y reducir las emisiones de CO2.

La explosión demográfica de las décadas anteriores llevó a una urbanización espontánea, y produjo territorios urbanos muy desiguales y frágiles desde el punto de vista de acceso a servicios básicos, medios de transporte e impacto ambiental, un desarrollo sin planificación ni visión de largo plazo. Implicó también el aumento del consumo de recursos naturales y la contaminación, haciendo de la sobreexplotación de ecosistemas, extracción del agua y contaminantes atmosféricos algunos de los principales problemas ambientales

En la actualidad, la posibilidad de avanzar hacia ciudades inclusivas y sostenibles -ciudades inteligentes- está dada por el aprovechamiento de las oportunidades que presentan las nuevas tecnologías en ámbitos tan diversos como el transporte y la logística, la eficiencia energética, las plataformas digitales de servicios, la innovación social y la participación ciudadana. Si bien, el despliegue tecnológico a nivel internacional ha sido acelerado, se requiere de un conjunto de políticas industriales y tecnológicas que permitan atender y cerrar las brechas que aún persisten entre en ciertos segmentos y grupos sociales. Por otra parte, la aplicación de nuevas tecnologías en búsqueda del incremento de la productividad urbana requiere de una eficiente articulación de políticas, planificación y gestión de la infraestructura. (CEPAL, 2022)

Uno de los servicios fundamentales requeridos por esta infraestructura es la conectividad urbana que abarca la movilidad de las personas y el transporte físico, pero también el intercambio digital de bienes, servicios y datos y que hoy enfrenta el desafío de hacer de Internet un instrumento de inclusión social y reducción del impacto ambiental.

Una anotación final. En el caso de Venezuela, no es posible pensar en ciudades inteligentes mientras subsistan las actuales condiciones de ingobernabilidad, crisis hospitalaria y de los servicios de salud, de los servicios educativos así como las permanentes fallas en el suministro continuo de agua, electricidad, combustibles e Internet.

## REFERENCIAS

ALBA F y NAVA A. 2019. Diseño urbano inteligente, hacia una propuesta de análisis e intervención. Revista *Legado de Arquitectura y Diseño*, vol. 2019, No 26. Universidad Autónoma del Estado de México <https://www.redalyc.org/journal/4779/477961406011/html/>

BABLE. 2023. Espacio público inteligente y conectado. <https://www.bable-smartcities.eu/es/explorar/soluciones/solucion/intelligent-and-connected-public-space.html>

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID). 2016. *La ruta hacia las Smart Cities*. <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7743/La-ruta-hacia-las-smart-cities-Migrando-de-una-gestion-tradicional-a-la-ciudad-inteligente.pdf>

BURBANO L. 2023. ¿Qué es la gobernanza inteligente? *Tomorrow City*. <https://tomorrow.city/a/que-es-la-gobernanza-inteligente>.

CEPAL.2022. El camino de desarrollo de las ciudades inteligentes. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/09242a54-2330-4059-b471-bf3909cc5e14/content>

CILENTO A. 2023. Megatendencias que marcarán el urbanismo y las ciudades. *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*. Caracas, Nº 58. Enero-Marzo 2023: 26 – 34

COMUNICARSE. 2022. El nuevo paradigma de las ciudades regenerativas. <https://www.comunicarseweb.com/noticia/el-nuevo-paradigma-de-las-ciudades-regenerativas#:~:text=Las%20ciudades%20regenerativas%20no%20solo.m%C3%A1s%20all%C3%A1%20de%20sus%20fronteras.>

ENEL X. Eficiencia Energética para un futuro de energía sostenible. <https://corporate.enelx.com/es/get-in-touch>

ESCUDODIGITAL. 2022. La seguridad, parte esencial de las ciudades inteligentes. [https://www.escudodigital.com/tecnologia/digitalizacion/seguridad-parte-esencial-ciudades-inteligentes-juan-miguel-revilla\\_53183\\_102.html](https://www.escudodigital.com/tecnologia/digitalizacion/seguridad-parte-esencial-ciudades-inteligentes-juan-miguel-revilla_53183_102.html)

HERALDO, TERCER MILENIO. 2017. Edificios eficientes y sostenibles. <https://www.heraldo.es/noticias/sociedad/2017/03/07/edificios-eficientes-sostenibles-1162410-310.html>.

HERNÁNDEZ LARA D et al. 2021 “Diseño e implementación de un sistema embebido para la administración del agua en casas habitación”. *Revista Tecnología Digital* Vol. 11 No. 1, 2021. [http://www.revistatecnologiadigital.com/pdf/11\\_01\\_011\\_diseno\\_implementacion\\_sistema\\_embebido\\_administracion\\_agua\\_casas\\_habitacion.pdf](http://www.revistatecnologiadigital.com/pdf/11_01_011_diseno_implementacion_sistema_embebido_administracion_agua_casas_habitacion.pdf)

HERNÁNDEZ R Y SALAS P. 2021. El concepto de Ciudad Inteligente y condiciones para su implementación: gobierno abierto, políticas públicas y gobernanza. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM. <https://ru.iiec.unam.mx/5518/1/161-Hern%C3%A1ndez-Salas.pdf>

IGI GLOBAL. 2022. What is Governance. <https://www.igi-global.com/dictionary/governance-for-higher-education-robustness/12372>

IUC-UE. 2020. *Ciudades Inteligentes*.  
[https://iucla.eu/wpcontent/uploads/2020/03/ES\\_CI\\_1\\_Sector\\_10\\_-\\_Ciudades\\_Inteligentes.pdf](https://iucla.eu/wpcontent/uploads/2020/03/ES_CI_1_Sector_10_-_Ciudades_Inteligentes.pdf)

MACI L. 2022. Movilidad inteligente: qué es y cómo mejorará nuestras ciudades.  
<https://www.innovaciondigital360.com/es/iot/movilidad-inteligente-que-es-y-como-mejorara-nuestras-ciudades/>

NACIONES UNIDAS. 2023. *Acción por el clima*. <https://www.un.org/es/climatechange>

RENDUELES L. 2022. *Smart Cities*: conoce las ciudades del futuro. *Asilo Digital*.  
<https://www.asilodigital.com/conoce-ciudades-futuro/>

REVILLA J. 2022. La seguridad, parte esencial de las ciudades inteligentes. *Escudodigital*.  
[https://www.escudodigital.com/tecnologia/digitalizacion/seguridad-parte-esencial-ciudades-inteligentes-juan-miguel-revilla\\_53183\\_102.html](https://www.escudodigital.com/tecnologia/digitalizacion/seguridad-parte-esencial-ciudades-inteligentes-juan-miguel-revilla_53183_102.html)

SIBER. 2023. Ventilación Híbrida Controlada (VHC) ¿cómo funciona y qué beneficios aporta?  
*Siber ventilation*. <https://www.siberzone.es/blog-sistemas-ventilacion/ventilacion-hibrida-controlada-vhc/>

SMART CITIES COUNCIL. 2017. *Introduction to Smart Cities*.  
<https://www.smartcouncil.com/article/introduction-smart-cities-1>

SMART NET. 2024. *IoT para la gestión inteligente del agua*. <https://www.smartnet.com.co/iot-para-la-gestion-inteligente-del-agua/>

TOMORROW BIO .2023. *La revolución de los parques inteligentes: Cómo la tecnología está transformando los espacios verdes urbanos*. <https://www.tomorrow.bio/es/post/la-revoluci%C3%B3n-de-los-parques-inteligentes-c%C3%B3mo-la-tecnolog%C3%ADA-est%C3%A1-transformando-los-espacios-verdes-urbanos-2023-06-4570246527-iot>

VARDOT. 2018. *Strategic Technologies for Smart Government*.  
<https://www.vardot.com/en/ideas/blog/8-strategic-technologies-smart-government>