



# Youth & THE CITY

# Youth & THE CITY



**Módulo 3**  
**El papel de la tecnología  
en las ciudades  
inteligentes**

***Objetivos de  
aprendizaje***

Comprender cómo las tecnologías específicas impactan el desarrollo de ciudades inteligentes.

Conocer el uso de las tecnologías IoT, IA, Big Data y Blockchain en Ciudades Inteligentes.

# **YOUTH & THE CITY**

## **Descripción del curso**

Módulo 3: El papel de la tecnología en las ciudades inteligentes

1. Introducción
2. Cómo se implementa la tecnología en las ciudades inteligentes.
3. Pasos de las cadenas de valor tecnológico en la implementación de ciudades inteligentes.
4. Tecnologías aplicadas en ciudades inteligentes.
5. Conclusiones.



# 1. Introducción

En la era contemporánea, las ciudades han comenzado a transformar su estructura y funcionamiento mediante la innovación tecnológica, dando origen al concepto de "ciudades inteligentes". Estas ciudades del futuro no solo buscan mejorar la calidad de vida de sus habitantes, sino también optimizar la gestión de recursos y servicios mediante la integración de diversas tecnologías. En este índice, abordaremos en detalle los componentes fundamentales que facilitan la implementación de la tecnología en este contexto urbano emergente.

En primer lugar, exploraremos cómo se lleva a cabo la implementación tecnológica en las ciudades inteligentes, analizando los enfoques y estrategias que permiten a los municipios adoptar soluciones innovadoras. A continuación, examinaremos los pasos que conforman las cadenas de valor tecnológicas, destacando las fases clave desde la concepción de una idea hasta su materialización en proyectos sostenibles y eficientes. Finalmente, presentaremos una visión general de las tecnologías que se aplican en estos entornos urbanos, desde los sistemas de gestión del tráfico hasta las plataformas de participación ciudadana y la sostenibilidad ambiental.

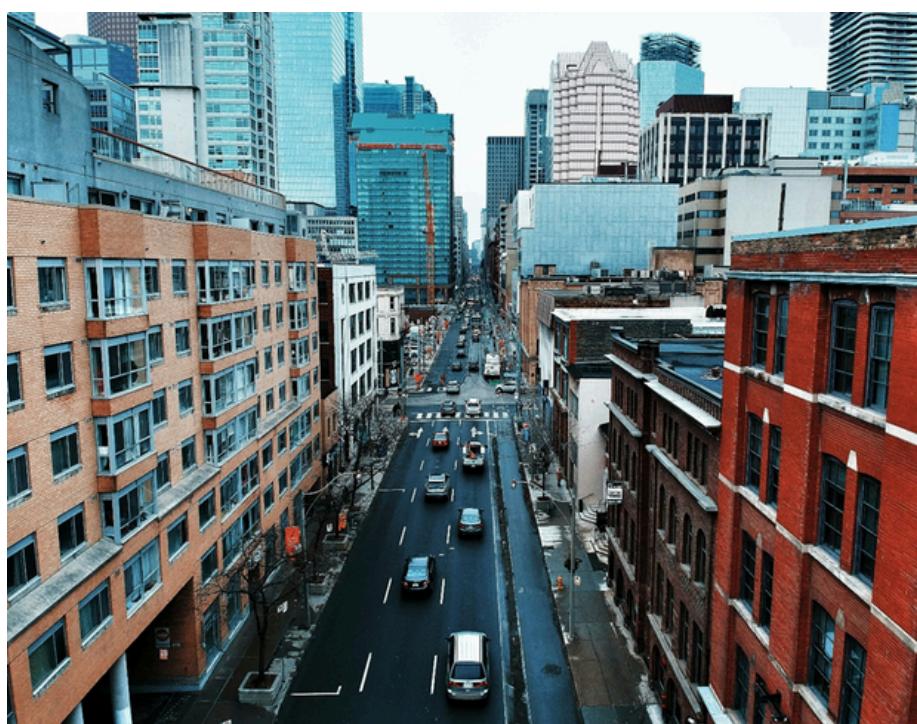
Este índice servirá como guía para entender cómo la tecnología no sólo redefine la infraestructura urbana, sino que también promueve el desarrollo social y económico en un marco de innovación y sostenibilidad.



## **2. Cómo se implementa la tecnología en las ciudades inteligentes.**

En este módulo aprenderás qué diferentes tecnologías se utilizan en la implementación de Ciudades Inteligentes y cómo se conectan entre sí para brindar información y servicios de valor a los ciudadanos que realmente mejoren su calidad de vida.

Para empezar, es necesario comprender que una ciudad inteligente es un ecosistema complejo que involucra numerosas tecnologías y múltiples actores que implementarlas, operarlas y utilizarlas. Estas tecnologías también enfrentan desafíos como la escalabilidad, la capacidad, la movilidad y la seguridad de la información y la gestión de la privacidad. Por lo tanto, para comprender plenamente la cadena de valor de los servicios propuestos para las ciudades inteligentes, también es necesario comprender lo que la tecnología puede ofrecer.



La creación de una ciudad inteligente implica mucho más que la prestación de ciertos servicios individualmente (Medina et al., 2021). Implementar una ciudad inteligente implica la creación de una serie de infraestructuras, así como la incorporación de mecanismos de gestión de la información y diferentes plataformas, todo ello integrado desde una perspectiva global.



En resumen, se pueden definir cinco pasos en lo que podríamos llamar la ‘cadena de valor tecnológico’ de la Ciudad Inteligente (Preukschat, 2017):

- En primer lugar, se lleva a cabo la fase de recopilación de datos de la ciudad. Esta se realiza mediante sensores, actuadores y diversos dispositivos, como teléfonos móviles, dispositivos domésticos, vehículos y dispositivos de medición ubicados en infraestructuras fijas como mobiliario urbano, edificios, sistemas de canales y tuberías, estaciones meteorológicas, etc.
- En segundo lugar, los datos recopilados de la ciudad se transmiten a través de redes de comunicación. Esto se realiza mediante una combinación de infraestructura inalámbrica, móvil y fija, según los requisitos de movilidad, ancho de banda y latencia de la aplicación.
- Una tercera fase comprende el almacenamiento y análisis de datos: los datos recopilados en el entorno urbano se almacenan en una plataforma central, facilitando su posterior procesamiento por diferentes sistemas analíticos. Para ello, el repositorio de información debe ser no volátil, y los datos pueden ser utilizados por aplicaciones y servicios posteriormente.
- En cuarto lugar, los datos alimentan una Plataforma de Prestación de Servicios. Esta plataforma facilita la prestación de servicios en el entorno de la Ciudad Inteligente y está compuesta por módulos que permiten, por ejemplo, la gestión de precios, la facturación, la gestión de la relación con los clientes, etc. Además, cuenta con interfaces que se utilizarán para implementar los servicios que se prestarán a los clientes finales.
- Por último, están los Servicios Smart City, que pueden ser desarrollados por los mismos agentes implicados en el resto de la cadena de valor tecnológica o por otros agentes, en muchos casos, los ya implicados en la prestación de cada servicio específico en el ámbito de la ciudad pertenecientes a diferentes sectores y esferas económicas.

En la siguiente sección de este módulo, entraremos en más detalle sobre cada uno de los diferentes pasos de la ‘Cadena de Valor de la Tecnología’ y luego, en la siguiente sección de este módulo, analizaremos en detalle las principales tecnologías utilizadas en estas cadenas de valor.



### **3. Pasos de las cadenas de valor tecnológico en la implementación de ciudades inteligentes**

#### **3.1 Tecnologías de recopilación de datos**

Para que una Smart City pueda tomar el pulso a la ciudad, necesita, en primer lugar, el despliegue masivo de instrumentación, como sensores y otros dispositivos de captura de datos que permitan recoger información, que habitualmente será de naturaleza muy diversa y desestructurada.

##### **Pero, ¿qué son los sensores?**

Los sensores son dispositivos capaces de convertir magnitudes físicas como la temperatura, la luminosidad, la presión atmosférica, etc., en valores numéricos que pueden procesarse según corresponda. Existen diferentes tipos (Bouskela, 2016):

- Recursos (electricidad, agua, gas): en este caso se pueden dividir en dos grupos según su función. El primero se dedica a medir el consumo (actúan como contadores), y en el por otro lado, los que nos permiten conocer en todo momento las reservas disponibles de un determinado recurso (sensores de nivel).
- Seguridad: Este grupo incluye detectores de humo que emiten una señal específica cuando hay humo en el aire. Los sensores de gas, por otro lado, generalmente consisten en un elemento físico que reacciona modificando sus propiedades físicas o químicas en presencia de un gas determinado. Este grupo también incluye sistemas de detección de contaminación que agrupan un conjunto de sensores dedicados a registrar parámetros en este sentido.
- Iluminación: este grupo de sensores está compuesto por un transductor fotoeléctrico que es capaz de transformar la luz que recibe en una señal eléctrica.
- Sensores de presencia: en este caso existen diferentes tipos según cómo detecten los cambios a su alrededor: infrarrojos, de vibración, fotoeléctricos, ultrasónicos o acústicos.
- Condiciones climáticas: Este grupo incluye sensores como los de temperatura. Otros sensores importantes en este campo son los de humedad y presión atmosférica.
- Infraestructura de transporte: este grupo incluye sensores diseñados para recopilar información sobre el máximo número posible de aspectos de carreteras, ferrocarriles, intercambiadores, etc. Entre ellos se incluyen sensores de presencia (cámaras, infrarrojos, etc.), sensores de contaminación, radares de velocidad y sistemas de identificación de vehículos, entre muchos otros.

- Movimiento: en este caso el sensor es el acelerómetro, que mide las fuerzas que se ejercen sobre él y, junto con un giroscopio, proporciona información sobre el movimiento de un objeto.
- Posicionamiento: es la brújula electrónica que proporciona la dirección del componente horizontal del campo magnético natural, y los sistemas de posicionamiento global o GPS.

Aunque estos son los sensores más importantes, su gama es más amplia y abarca la mayoría de las magnitudes físicas. Además de los mencionados, existen los que monitorizan la presión del agua, el nivel de ruido, la turbidez, la radiación solar y la radiación ultravioleta, entre otros. Por otro lado, a este grupo también debemos añadir los actuadores y controladores que facilitan la realización de diferentes acciones: las cámaras, los sensores, etc.

La mayoría de estos sensores ya existen desde hace muchos años, aunque actualmente se ha producido una evolución tecnológica que consiste en su digitalización y posterior conexión a internet. Gracias a ello, es posible realizar... Ofrecen al público una gran cantidad de información en tiempo real sobre diferentes variables físicas, proponiendo así nuevos servicios en el marco de la Ciudad Inteligente (Tarazona, 2020). En la mayoría de los casos, estos sensores han adoptado el adjetivo de inteligentes, ya que utilizan información del entorno circundante, así como información sobre su propio funcionamiento.

Las claves de esta estructura de redes de sensores que conforman lo que se ha dado en llamar 'entornos inteligentes' son la capacidad de realizar procesamiento gracias al microprocesador que poseen, la capacidad de almacenar información en la memoria integrada y la facilidad de envío de datos gracias a un módulo de transmisión inalámbrica.

Actualmente, existe una multitud de redes de sensores cuyos datos pueden consultarse en internet, pero el problema radica en que cada red utiliza sus propios estándares, protocolos y formatos de representación de datos. Por lo tanto, es importante contar con una plataforma que facilite la gestión de esta heterogeneidad, como se explica en una sección posterior.



Cabe destacar que en un proyecto de Smart City es especialmente importante que los sensores tengan las siguientes características: sean de fácil instalación,

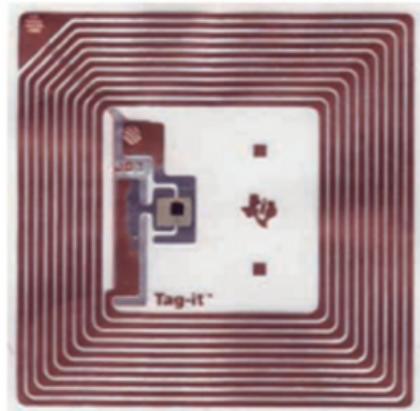
- autoidentificarse,
- autodiagnosticarse,
- son confiables,
- coordinar con otros nodos,
- incorporan software que les permite procesar digitalmente la señal,
- utilizar protocolos de red y control estándar,
- Tienen un bajo consumo de energía que les permite estar activos durante mucho tiempo y son de fácil mantenimiento.

Además, deben integrarse visualmente con el entorno en el que se ubicarán, ya que el paisaje urbano es un concepto ambiental que debe protegerse legalmente. También es importante que estos nodos sensores puedan reprogramarse de forma inalámbrica sin necesidad de desplazamientos de un operador. En este sentido, la programación inalámbrica (OTA) se utiliza a menudo para el mantenimiento.



*Medidores conectados a Internet*

Otro conjunto de tecnologías que se agrupan en este punto de la cadena de valor tecnológica son las tecnologías de identificación, incluidas las etiquetas RFID (identificación por radiofrecuencia). Una etiqueta RFID es un pequeño dispositivo, como una etiqueta adhesiva que se puede adherir o incrustar en un producto, animal o persona. Las etiquetas RFID contienen antenas que les permiten recibir y responder a las solicitudes de radiofrecuencia de un transceptor RFID. La información que contienen puede ser recibida por un usuario para su interpretación o ser interpretada por el terminal de forma que dé lugar a alguna acción. Esta tecnología es muy útil en la gestión de inventarios, la identificación segura de activos (documentación, equipos, etc.), etc.



*Etiqueta RFID*

También cabe mencionar los códigos BiDi y QR como elementos que contienen información codificada y permiten consultar información ampliada sobre múltiples objetos y elementos. Se trata de cuadrados similares a los códigos de barras que contienen información accesible desde un teléfono móvil capaz de leerlos.



*Utilizando un código QR para consultar información*



En este grupo también se incluyen los teléfonos inteligentes, que actúan como dispositivos que ayudan en esta captura de datos en el entorno urbano.

En definitiva, estas tecnologías permiten ‘sentir’ las infraestructuras de la ciudad, sus vehículos y sus habitantes.

Cada vez más, estos dispositivos están equipados con más sensores, como sonido, luz, aceleración, cámaras, etc., que permiten recopilar información y enviarla a internet. A medida que los usuarios se integren a la plataforma y generen más datos, se desarrollarán más aplicaciones. Ya se recopilan datos en muchas áreas y se actúa en consecuencia en tiempo real. Un ejemplo de esta idea es la aplicación WideNoise (Kyriazopoulou, 2015), que permite medir la contaminación acústica con un teléfono inteligente y compartirla a través de la red con otros usuarios en tiempo real. Otro ejemplo en esta línea es su uso para obtener una idea de la concentración de personas en cada zona de la ciudad, así como del movimiento que siguen a través de ella. Es el caso de la aplicación para iPhone Citizen's connect en la ciudad de Boston (Estados Unidos), que permite a los ciudadanos reportar diferentes tipos de incidentes en la ciudad utilizando la cámara del teléfono inteligente.

De esta forma, la resolución de los mismos puede llevarse a cabo de forma mucho más ágil. En este caso, el smartphone y el ciudadano son los sensores de la ciudad. Es decir, cualquier actividad cotidiana puede interactuar a través de uno de estos dispositivos.



### **3.2 Tecnologías de transmisión de datos**

Una vez recogidos los datos, es necesario facilitar la comunicación, permitiendo la transmisión de la información a servicios centrales y plataformas de almacenamiento, o facilitando la comunicación entre los propios dispositivos inteligentes.

Las redes de comunicación desempeñan un papel fundamental en el desarrollo y despliegue de los servicios asociados a las Ciudades Inteligentes, ya que son las infraestructuras fundamentales que permiten la comunicación entre dispositivos, entre personas y entre personas y dispositivos. Las redes involucradas en estos despliegues son muy heterogéneas, por lo que la interoperabilidad y la transparencia serán esenciales (Daneva, M, 2018).

Este elemento de la cadena de valor tecnológica facilita el resto de los eslabones que conforman la Ciudad Inteligente, las comunicaciones unificadas, independientemente de los estándares de red y los protocolos de comunicación utilizados. El mayor reto de estas tecnologías reside precisamente en gestionar el creciente, disperso y heterogéneo número de máquinas, sensores y actuadores distribuidos por la ciudad. En este contexto, serán necesarias las redes fijas, que, gracias a su capilaridad, contribuirán a descongestionar las redes inalámbricas. Sin embargo, en el ámbito de las Ciudades Inteligentes, son las redes inalámbricas las que realmente contribuyen a completar el concepto desde el punto de vista de la ubicuidad. Por ello, esta sección se centra especialmente en ellas (Daneva, M, 2018).

En la actualidad, existen multitud de tecnologías inalámbricas que buscan, en cada caso, cumplir las premisas de ofrecer el suficiente ancho de banda, dentro del radio de acción necesario, y con el menor alcance posible. consumo de energía que permite, dado el carácter móvil de muchos dispositivos, hacer un uso razonable de los mismos.

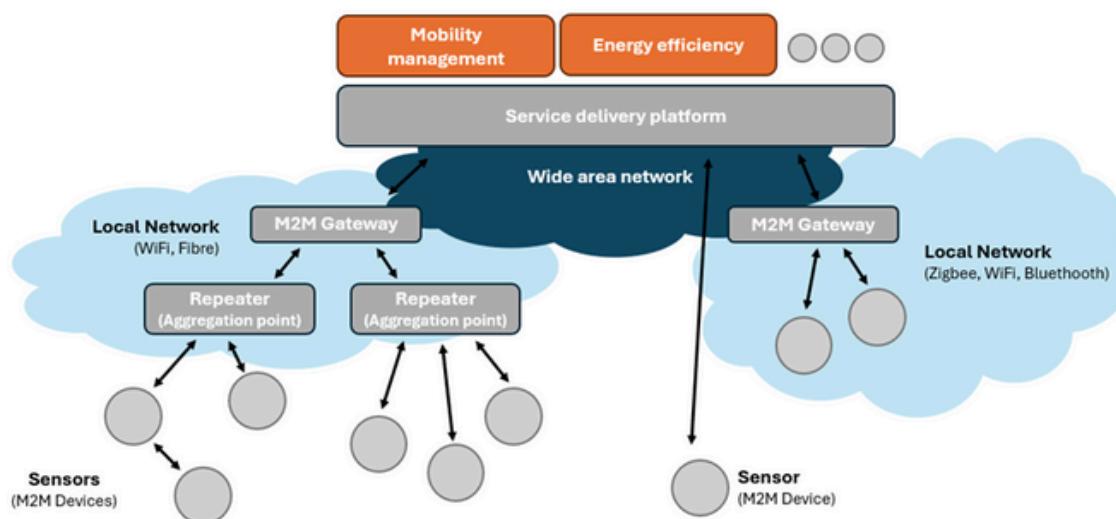
En cualquier caso, las comunicaciones en la Ciudad Inteligente suelen considerarse a diferentes niveles. En una primera red de proximidad, los datos se recopilan mediante sensores en elementos denominados repetidores. Estos, además, pueden encriptar los datos en ocasiones. En un segundo nivel, los repetidores envían los datos a otros elementos que los enrutan a través de la red de transporte de nivel superior. Estos elementos se denominan pasarelas. Para la comunicación entre estos niveles, por ejemplo, se pueden utilizar redes en malla (con tecnología inalámbrica Zigbee, por ejemplo), y posteriormente, para conectarse a la red de transporte superior, se suelen utilizar tecnologías celulares como GPRS o 3G o, si estas pasarelas están conectadas a redes fijas, tecnologías como ADSL o fibra óptica (Monzon, 2015).

## Ejemplo práctico

Toda esta información se puede entender mejor utilizando un ejemplo práctico:

En el caso de las aplicaciones que gestionan aparcamientos urbanos, es necesario distribuir sensores ubicados dentro de una cápsula de plástico insertada en el asfalto de cada plaza de aparcamiento, lo que forma una red en malla de comunicaciones inalámbricas. Esta red en malla se conecta mediante una serie de repetidores a una pasarela, que envía los datos a un servidor central a través de internet. Como se puede observar, este ejemplo implica diversas tecnologías para la recopilación y transmisión de información.

Las comunicaciones entre dispositivos, también conocidas como comunicaciones máquina a máquina (M2M), muy comunes en el entorno de las ciudades inteligentes, también están teniendo un gran impacto en el desarrollo de nuevas redes inalámbricas. Por ello, la mayoría de los organismos de estandarización consideran este hecho y las necesidades específicas de los servicios M2M como un aspecto fundamental en el proceso de estandarización de las nuevas versiones de las tecnologías.



### **3.3 Tecnologías para el almacenamiento y análisis de datos**

Este grupo incluye tecnologías que facilitan el procesamiento de datos, así como su posterior homogeneización para su almacenamiento en grandes bases de datos. También incluye tecnologías para el análisis y la visualización de datos. Esta capa permite, por un lado, disponer de toda la información necesaria para la prestación de servicios en el marco de la Ciudad Inteligente y, por otro, mejorar la toma de decisiones mediante el análisis de datos de diferentes partes de la ciudad. Se trata también de construir un modelo de ciudad unificado que pueda ser utilizado por diferentes aplicaciones y servicios de la Ciudad Inteligente. La gestión de la información también requiere ciertos niveles de protección, seguridad y garantía de privacidad, y esta es la capa donde deberán proporcionarse (Telefónica, 2011).

Los datos son la materia prima fundamental de cualquier servicio en el marco de una Ciudad Inteligente. Gestionar estos datos es una tarea bastante compleja, ya que suelen consumirse en tiempo real, suelen ser muy variados, presentan diferentes formatos, a menudo requieren información de geolocalización y deben integrarse en un modelo de datos complejo que represente idealmente a toda la ciudad. En este contexto, es necesario contar con herramientas que faciliten su procesamiento: extracción, homogeneización y almacenamiento en estructuras de fácil acceso.



En este sentido, los almacenes de datos son herramientas ampliamente conocidas en todos los sectores donde se requiere almacenar y procesar grandes cantidades de información. En estos almacenes, los datos necesarios o útiles para una organización se almacenan como paso intermedio para posteriormente transformarlos en información útil para el usuario. El uso de diferentes sistemas de apoyo a la toma de decisiones, herramientas de información ejecutiva y sistemas de visualización de información facilitará el análisis posterior.

En el caso de las ciudades inteligentes, los almacenes de datos deben tener en cuenta dos características fundamentales en su diseño: el manejo de grandes cantidades de datos en tiempo real y la necesidad de geolocalizar la información. Para este último tipo de casos, se utiliza el denominado «almacén de datos espacial», que añade precisamente esta información de geolocalización a los datos. En este caso, el componente geográfico no es un dato agregado, sino una dimensión adicional, de tal manera que se puede modelar toda la complejidad de la ciudad y, mediante herramientas de procesamiento analítico en línea, no solo se puede obtener un alto rendimiento en consultas multidimensionales, sino también visualizar espacialmente los resultados: como se mencionó, las técnicas de visualización son especialmente relevantes en el contexto de las ciudades inteligentes (Telefónica, 2011).

Por lo tanto, es necesario un nivel de análisis y control para aprovechar al máximo los datos e incluso realizar actividades de previsión de comportamientos y situaciones que ayuden a planificar diferentes políticas públicas a nivel local. En este sentido, las técnicas de minería de datos son esenciales. Este nivel también incluiría herramientas que faciliten la... Monitoreo de los eventos más importantes que ocurren en la ciudad, lo que ayuda, por ejemplo, a detectar alarmas en tiempo real mediante notificaciones. Además, la información se presentará agregada de diferentes maneras y en diferentes niveles según el público objetivo, buscando que la presentación sea lo más intuitiva posible. El objetivo es presentar diferentes visiones de la ciudad, dependiendo sobre el objetivo de la consulta y las diferentes áreas temáticas. Por lo tanto, este módulo será fundamental para la definición y el seguimiento de los objetivos y políticas que regirán el funcionamiento de la ciudad inteligente y que la ayudarán tanto en su gestión diaria como en su evolución a medio y largo plazo (Ospina, 2013).



### **3.4 Plataforma de prestación de servicios**

La plataforma de prestación de servicios de Ciudad Inteligente ofrece un conjunto de módulos comunes a los múltiples servicios ofrecidos en el marco de la ciudad inteligente. Por lo tanto, es una plataforma horizontal y escalable que permite ofrecer servicios de forma segura y con garantías de privacidad.

Esta plataforma se encargará de la autenticación de usuarios, la obtención de permisos de acceso a datos privados, el establecimiento de precios en tiempo real, la capacidad de transacción para el pago de servicios, el almacenamiento seguro de datos y las herramientas para el análisis del uso de los servicios, etc. Por lo tanto, son las tecnologías implicadas las responsables de proporcionar estas capacidades a los demás servicios. Este tipo de plataforma se denomina SDP (Plataforma de Entrega de Servicios) y, en el entorno urbano, se conoce como Sistemas Operativos Urbanos (OS Urbanos). Son esenciales para la construcción de una Ciudad Inteligente, ya que integran la visión de la ciudad, facilitando tareas comunes, ya en gran medida resueltas, al resto de servicios, que son los que deben aportar valor añadido a la ciudad inteligente.

### **3.5 Servicios finales de las ciudades inteligentes**

Los servicios finales de la Ciudad Inteligente se basan en todas las tecnologías, infraestructuras y plataformas mencionadas anteriormente para ofrecer su valor final a la ciudadanía. Existen numerosos ejemplos de posibles servicios finales, tantos como servicios públicos que el Ayuntamiento pueda prestar, pero no solo. También existen otros servicios que otros agentes pueden prestar en el marco de la plataforma de la Ciudad Inteligente. Estos servicios no necesariamente públicos, pero que se volverán indispensables para garantizar la calidad de vida y la sostenibilidad en las ciudades. En este sentido, se abren numerosas oportunidades de negocio.

Por lo tanto, hablar de tecnologías en el ámbito de los servicios finales se convierte en un tema muy amplio, ya que las tecnologías serán tan numerosas y variadas como las que utilizan los sectores que utilizan la Plataforma de Ciudades Inteligentes para ofrecer su servicio de valor añadido. Así, en áreas como la prestación de servicios sanitarios, las tecnologías implicadas estarán relacionadas con sistemas sanitarios, por ejemplo, con sensores que facilitan la monitorización de constantes vitales, con estándares médicos como DICOM para imágenes médicas o IHE para... comunicación entre sistemas de información, con telemedicina, teleasistencia, etc.

En definitiva, este conjunto de servicios forma parte de la Internet del futuro en la que el uso de las tecnologías de la información y la comunicación está presente en todos los sectores y ámbitos de la actividad humana, haciendo el mundo más accesible y sostenible.

En el modelo Smart City, la ciudad se entiende como un conjunto de sistemas que consumen recursos para ofrecer una serie de servicios, y en el que una plataforma tecnológica adecuada puede optimizar todos los procesos, proporcionando a estos servicios una mayor calidad y un consumo más eficiente de dichos recursos.



# 4 Tecnologías aplicadas en Ciudades Inteligentes

## 4.1 Internet de las Cosas (IoT)

### ¿Qué es el Internet de las Cosas?

El Internet de las Cosas (IoT) se refiere a la interconexión de dispositivos físicos a través de internet, lo que les permite recopilar, intercambiar y analizar datos sin intervención humana directa. En el contexto de las ciudades inteligentes, el IoT se convierte en un componente fundamental para optimizar la gestión de recursos y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Esto se logra mediante la implementación de sensores, dispositivos de monitorización y técnicas de análisis de datos que facilitan una toma de decisiones más informada y eficiente.

Las ciudades inteligentes utilizan el IoT para transformar la infraestructura urbana, facilitando la conectividad entre los sistemas de transporte, los servicios públicos, la seguridad y el medio ambiente. Por ejemplo, los semáforos inteligentes pueden adaptarse en tiempo real al flujo de tráfico, mientras que los sistemas de gestión de residuos utilizan sensores para optimizar las rutas de recogida. Esta recopilación constante de datos no solo ayuda a resolver problemas inmediatos, sino que también proporciona información valiosa para la planificación a largo plazo y el desarrollo sostenible de las ciudades.

Además de optimizar las operaciones urbanas, el IoT también potencia la participación ciudadana, permitiendo a los habitantes interactuar con la tecnología que les rodea. Las aplicaciones que monitorizan la calidad del aire o los niveles de ruido empoderan a los ciudadanos proporcionándoles información relevante sobre su entorno. Por lo tanto, el Internet de las Cosas se erige como un pilar fundamental en la construcción de ciudades más inteligentes, sostenibles y resilientes, donde la tecnología y la comunidad colaboran en la búsqueda de un futuro urbano mejor.

### Aplicaciones de IoT en ciudades inteligentes

Este capítulo ofrece una breve lista de aplicaciones y servicios basados en el IoT. Sin embargo, esta descripción es solo limitada para comprender todas las posibles nuevas aplicaciones y servicios que el IoT podría ofrecer:



Edificios inteligentes y conectados: Mejoras en la eficiencia (gestión y ahorro energético) y la seguridad (sensores y alarmas). Aplicaciones domóticas que incluyen sensores y actuadores inteligentes para controlar electrodomésticos. Servicios de salud y educación en el hogar. Control remoto de tratamientos para pacientes. Servicios de cable/satélite. Sistemas de almacenamiento y generación de energía. Apagado automático de aparatos electrónicos cuando no se utilizan. Termostatos inteligentes. Detectores de humo y alarmas. Aplicaciones de control de acceso. Cerraduras inteligentes. Sensores integrados en la infraestructura del edificio para guiar a los socorristas y auxiliares. Seguridad para todos los miembros de la familia.

Ciudades inteligentes y transporte: Integración de servicios de seguridad. Optimización del transporte público y privado. Sensores de aparcamiento. Gestión inteligente de los servicios de aparcamiento y del tráfico en tiempo real. Gestión inteligente de semáforos basada en colas de tráfico. Ubicación de vehículos que han excedido su tiempo de estacionamiento. Redes eléctricas inteligentes. Seguridad (cámaras, sensores inteligentes, información ciudadana). Gestión del agua. Riego de parques y jardines. Contenedores de basura inteligentes. Controles de contaminación y movilidad. Reciba información inmediata y esté al tanto. Las opiniones de los ciudadanos. Gobernanza inteligente. Sistemas de votación. Monitoreo de accidentes, coordinación de acciones de emergencia.

- **Educación:** Integración de aulas virtuales y presenciales para un aprendizaje más eficiente y accesible. Acceso a servicios de bibliotecas virtuales y portales educativos. Intercambio de informes y resultados en tiempo real. Aprendizaje permanente. Aprendizaje de idiomas. Gestión de asistencia.
- **Electrónica de consumo:** Smartphones. Smart TV. Portátiles, ordenadores y tabletas. Frigoríficos, lavadoras y secadoras inteligentes. Sistemas de cine en casa inteligentes. Electrodomésticos inteligentes. Sensores para collares de mascotas. Personalización de la experiencia del usuario. Funcionamiento autónomo del producto. Localizadores personales. Gafas inteligentes.
- **Salud:** Monitoreo de enfermedades crónicas. Mejora de la calidad de la atención y la calidad de vida de los pacientes. Rastreadores de actividad. Diagnóstico remoto. Pulseras conectadas. Cinturones interactivos. Monitoreo de actividad deportiva y fitness. Etiquetas inteligentes para medicamentos. Rastreo del consumo de drogas. Biochips. Interfaces cerebro-computadora. Monitoreo de hábitos alimenticios.



- **Automoción:** Coches inteligentes. Control de tráfico. Información anticipada sobre averías. Monitorización inalámbrica de la presión de los neumáticos. Gestión y control inteligente de la energía. Autodiagnóstico. Acelerómetros. Sensores de posición, presencia y proximidad. Análisis de la mejor ruta en tiempo real. A un sitio. Ubicación GPS. Control de velocidad del vehículo. Vehículos autónomos que utilizan servicios de IoT.
- **Agricultura y medio ambiente:** Medición y control de la contaminación ambiental (CO<sub>2</sub>, ruido, contaminantes presentes en el ambiente). Pronóstico del cambio climático mediante la monitorización de sensores inteligentes. Etiquetas RFID pasivas asociadas a productos agrícolas. Sensores en palés de productos. Gestión de residuos. Cálculos nutricionales.
- **Servicios energéticos:** Datos precisos sobre el consumo energético. Medición inteligente. Redes inteligentes. Análisis y predicción de... energía Comportamientos y patrones de consumo. Pronóstico de tendencias y necesidades energéticas futuras. Redes de sensores inalámbricos. Producción y reciclaje de energía.
- **Conectividad inteligente:** Gestión de datos y prestación de servicios. Uso de redes sociales. Acceso a correo electrónico, voz y video. Comunicación grupal interactiva. Transmisión en tiempo real. Juegos interactivos. Realidad aumentada. Seguridad de la red. Monitoreo. Interfaces de usuario disponibles. Computación afectiva. Métodos de autenticación biométrica. Telemática de consumo. Servicios de comunicación M2M. Análisis de big data. Realidad virtual. Servicios de computación en la nube. Computación ubicua. Visión artificial. Antenas inteligentes.
- **Fabricación:** Sensores de gas y caudal. Sensores inteligentes de humedad, temperatura, movimiento, fuerza, carga, fugas y niveles. Visión artificial. Detección acústica y de vibraciones. Aplicaciones en materiales compuestos. Control inteligente de robots. Control y optimización de procesos de fabricación. Reconocimiento de patrones. Aprendizaje automático. Análisis predictivo. Logística móvil. Gestión de almacenes. Prevención de la sobreproducción. Logística eficiente.
- **Compras:** Compras inteligentes. RFID y otras etiquetas y lectores electrónicos. Códigos de barras en el comercio minorista. Inventarios. Control del origen geográfico de alimentos y productos. Control de calidad y seguridad alimentaria.



## 4.2 Big Data

### ¿Qué es el Big Data?

Es una tecnología que trabaja con un gran volumen de datos. Mediante esta tecnología, se puede analizar diversa información para, por ejemplo, mejorar los servicios ofrecidos en una ciudad o ayudar a los responsables de la toma de decisiones a tomar mejores decisiones y estrategias para la ciudad. Estos datos tienen tres características principales:

- Volumen de datos considerable. Los datos pueden provenir de diversas fuentes, desde registros de ventas hasta sensores utilizados en tecnologías IoT, y pueden ser sin procesar o preprocesados.
- Variedad de tipos de datos: Puede haber una amplia variedad de tipos de archivos de datos. Pueden ser estructurados (p. ej., bases de datos SQL); no estructurados (p. ej., información recibida de sensores); o no estructurados.
- Velocidad de procesamiento de datos: mide el tiempo que se tarda en introducir todos los datos de las diferentes fuentes. Durante el proceso, los datos se analizan, se correlacionan entre sí y se ordenan de forma específica (según el negocio de la aplicación que se va a implementar).

Sin embargo, lo más importante en el desarrollo de esta tecnología no es el almacenamiento de datos ni los datos en sí, sino lo que se hace con ellos y lo que se logra mediante su procesamiento. De nada sirve tener una gran cantidad de datos bien estructurados y de alta calidad si no se cuenta con la participación humana, operadores para comprenderlo y realizar las consultas adecuadas para gestionar un proyecto de Big Data.

### La dimensión del Big Data

IDC define Big Data como una nueva generación de tecnologías y arquitecturas diseñadas para extraer valor económico de grandes volúmenes de una amplia variedad de datos, a través de la capacidad de capturarlos, descubrirlos y/o analizarlos a alta velocidad.

Esta definición abarca hardware, software y servicios para la integración, orquestación, gestión, análisis y presentación de datos caracterizados por las cuatro V: Volumen, Variedad, Velocidad y Valor.



Según IBM, las soluciones de Big Data se distinguen de las soluciones TIC tradicionales por cuatro dimensiones:

- Volumen: Las soluciones de Big Data deben gestionar y procesar cantidades mucho mayores de datos.
- Velocidad: Las soluciones de Big Data deben procesar los datos que llegan a un ritmo más rápido.
- Variedad: Las soluciones de Big Data deben manejar más tipos de datos, tanto estructurados como no estructurados.
- Veracidad: las soluciones de Big Data deben validar la exactitud de la gran cantidad de datos que llegan a alta velocidad.

Como resultado, las soluciones de Big Data se caracterizan por un procesamiento complejo en tiempo real y la correlación de datos, así como por capacidades avanzadas de análisis y búsqueda. Estas soluciones priorizan el flujo de datos y trasladan el análisis desde los centros de investigación a los procesos y funciones clave de las organizaciones.

Pero veamos estas dimensiones del Big Data desde la perspectiva de lo que esta tecnología puede aportar a las Ciudades Inteligentes:

- **Volumen:** En el contexto de las Ciudades Inteligentes, el volumen de datos es colosal, ya que una amplia gama de dispositivos y sensores generan información continuamente. Desde la monitorización del tráfico y el consumo energético hasta la calidad del aire y los servicios públicos, las ciudades inteligentes generan terabytes de datos a diario. Esta ingente cantidad de información permite a los gobiernos locales analizar patrones y tendencias a gran escala, lo que facilita la toma de decisiones informada y mejora la planificación urbana.
- **Velocidad:** La velocidad con la que se generan y procesan los datos en las Ciudades Inteligentes es crucial. Los datos de sensores y dispositivos IoT se recopilan en tiempo real, lo que permite a las ciudades... Responder rápidamente a situaciones inesperadas, como accidentes de tráfico o emergencias ambientales. La capacidad de procesar y Analizar estos datos a alto nivel La velocidad es fundamental para mantener el flujo de servicios en condiciones óptimas, optimizando así el funcionamiento de las infraestructuras críticas y mejorando la experiencia del usuario.



- **Variedad:** La variedad de datos en las Ciudades Inteligentes abarca no solo datos estructurados de bases de datos convencionales, sino también datos no estructurados de redes sociales, videos de vigilancia, información meteorológica, etc. Esta diversidad de fuentes de datos enriquece el análisis y proporciona una visión más completa de la dinámica urbana. Al integrar diferentes tipos de datos, las ciudades pueden crear soluciones más innovadoras y eficaces, como sistemas de transporte inteligentes que se adaptan al tráfico y a las condiciones meteorológicas.
- **Veracidad:** La veracidad de los datos en la gestión de las Ciudades Inteligentes es esencial para garantizar que las decisiones se basen en información precisa y fiable. La validación de datos implica la implementación de mecanismos de control de calidad para garantizar que la información recopilada de diversas fuentes sea precisa y relevante. Esto es especialmente importante para la toma de decisiones cruciales y puede influir en las políticas públicas, ya que datos erróneos podrían dar lugar a la implementación de soluciones ineficaces o incluso perjudiciales para la comunidad.

### **Big Data: Más allá de la tecnología, la transformación**

Como hemos visto, contar con la información contextual adecuada para la toma de decisiones es esencial para mejorar la gestión de la ciudad y la calidad de vida de sus ciudadanos. Sin embargo, la implementación de soluciones de Big Data va más allá de la tecnología y sus dimensiones de Volumen, Velocidad, Variedad y Veracidad; implica una transformación importante que requiere cambios operativos y organizativos, todo ello alineado con los objetivos estratégicos de creación de valor para la ciudad.

Cada ciudad es diferente y sus objetivos estratégicos varían de una a otra. Sin embargo, la mayoría comparte problemas y desafíos similares, con enfoques principales en el tráfico y el transporte público, la seguridad ciudadana y la reducción de la delincuencia, la gestión energética, el ciclo integral del agua y la gestión de residuos urbanos. Al mismo tiempo, además de gestionar la actividad diaria de la ciudad, persiguen objetivos de desarrollo económico creando o atrayendo actividad económica para expandir y mejorar su tejido empresarial, actualmente muy orientado a la creación de empleo. Muchas afrontan estos grandes desafíos con infraestructuras tecnológicas antiguas y obsoletas, silos de información y procesos burocráticos en los que no existe colaboración entre los diferentes departamentos y organismos, ni objetivos comunes alineados para toda la ciudad, lo que dificulta enormemente el desarrollo de nuevas iniciativas de valor global para la ciudad.

El concepto de Ciudad Inteligente puede ayudar a estructurar un enfoque integral para responder a estos grandes desafíos. En las definiciones que vimos anteriormente, la Ciudad Inteligente es una solución que, con el apoyo de tecnología, abraza la transformación de la ciudad de forma sostenible y escalable, con apertura a la ciudadanía y a las empresas y con transparencia en la gestión.

Una de las principales palancas del crecimiento sostenible es implementar una cultura de innovación y fomentar la colaboración y la participación de la ciudadanía y las empresas en los problemas cotidianos de la ciudad y en la búsqueda e implementación de soluciones. La ciudadanía, con el nivel actual de acceso a la tecnología, es el principal sensor con el que cuentan los gestores urbanos.

IBM ha realizado un estudio muy interesante y revelador, que concluye que las empresas más exitosas aplican sistemáticamente iniciativas de análisis de datos en toda su organización para tomar decisiones más informadas e inteligentes, actuar más rápido y optimizar los resultados.

Pero más allá de la tecnología, hay una pregunta fundamental que responder: ¿cómo pueden las organizaciones rentabilizar sus inversiones en analítica aprovechando la cantidad de datos existente y en rápido crecimiento? El estudio de IBM concluye que es necesaria una coordinación adecuada entre estrategia, tecnología y estructura organizativa.

Las estrategias de implementación de analítica deben contribuir al logro de los objetivos empresariales clave; la tecnología existente debe respaldar la estrategia de analítica; y la cultura organizacional debe evolucionar para que las personas adopten la tecnología. La coordinación adecuada entre estas tres dimensiones clave es necesaria para generar resultados tangibles.

IBM identifica nueve palancas que permiten a las organizaciones generar valor a partir de un volumen cada vez mayor de datos procedentes de diversas fuentes; valor que resulta del conocimiento que se ha generado y de las acciones adoptadas en todos los niveles de la organización.



Estas nueve palancas representan los conjuntos de habilidades que más diferencian a los líderes de otros encuestados:

- **Cultura:** disponibilidad y uso de datos y analítica en la organización
- **Datos:** estructura y formalidad de los procesos de gobernanza de datos de la organización y la seguridad de sus datos
- **Conocimiento:** desarrollo y acceso a competencias y capacidades de gestión y análisis de datos
- **Financiación:** rigor financiero del proceso de financiación analítica
- **Medición:** evaluación del impacto en los resultados empresariales
- **Plataforma:** capacidades integradas proporcionadas por hardware y software
- **Fuente de valor:** acciones y decisiones que impulsan los resultados
- **Patrocinio:** apoyo e implicación de la dirección
- **Confianza:** confianza de la dirección

Las conclusiones de este estudio son plenamente aplicables a las corporaciones municipales y a todo su ecosistema de empresas y organizaciones, que deben alinear sus objetivos estratégicos, tecnología y estructura organizativa; más allá de ciclos electorales que no harían viable la implementación y adopción de una verdadera cultura de innovación.



## 4.3 Artificial Intelligence

La Inteligencia Artificial (IA) ofrece un amplio abanico de posibilidades y se utiliza ampliamente para mejorar la vida de los ciudadanos en las llamadas Ciudades Inteligentes. Podemos decir que la IA permite automatizar y optimizar los diferentes procesos y servicios que se ofrecen a los ciudadanos en las ciudades.

Pero antes de entrar en las diferentes aplicaciones que tiene la IA dentro de las ciudades, vamos a explicar con más detalle qué es la Inteligencia Artificial.

### ¿Qué es la inteligencia artificial?

La Inteligencia Artificial se refiere al desarrollo de soluciones informáticas que sean capaces de realizar actividades y tareas que, tradicionalmente, han sido únicamente atribuibles al ser humano; y que, por tanto, requieren de inteligencia humana.

La Comisión Europea lo define como sistemas de software (y posiblemente también de hardware) diseñados por humanos que, ante un objetivo complejo, actúan en la dimensión física o digital:

- Percibir su entorno, a través de la adquisición e interpretación de datos estructurados o no estructurados.
- Razonar sobre el conocimiento, procesar la información derivada de estos datos y decidir las mejores acciones para lograr el objetivo dado.

Los sistemas de IA pueden usar reglas simbólicas o aprender un modelo numérico. También pueden adaptar su comportamiento analizando cómo sus acciones previas afectan el entorno.

Entre las acciones que tradicionalmente se han considerado sólo factibles por la inteligencia humana, y que ahora la Inteligencia Artificial es capaz de realizar, encontramos las siguientes:



## 4.3 Artificial Intelligence

La Inteligencia Artificial (IA) ofrece un amplio abanico de posibilidades y se utiliza ampliamente para mejorar la vida de los ciudadanos en las llamadas Ciudades Inteligentes. Podemos decir que la IA permite automatizar y optimizar los diferentes procesos y servicios que se ofrecen a los ciudadanos en las ciudades.

Pero antes de entrar en las diferentes aplicaciones que tiene la IA dentro de las ciudades, vamos a explicar con más detalle qué es la Inteligencia Artificial.

### ¿Qué es la inteligencia artificial?

La Inteligencia Artificial se refiere al desarrollo de soluciones informáticas que sean capaces de realizar actividades y tareas que, tradicionalmente, han sido únicamente atribuibles al ser humano; y que, por tanto, requieren de inteligencia humana.

La Comisión Europea lo define como sistemas de software (y posiblemente también de hardware) diseñados por humanos que, ante un objetivo complejo, actúan en la dimensión física o digital:

- Percibir su entorno, a través de la adquisición e interpretación de datos estructurados o no estructurados.
- Razonar sobre el conocimiento, procesar la información derivada de estos datos y decidir las mejores acciones para lograr el objetivo dado.

Los sistemas de IA pueden usar reglas simbólicas o aprender un modelo numérico. También pueden adaptar su comportamiento analizando cómo sus acciones previas afectan el entorno.

Entre las acciones que tradicionalmente se han considerado sólo factibles por la inteligencia humana, y que ahora la Inteligencia Artificial es capaz de realizar, encontramos las siguientes:





**Machine Learning:** Es el uso de la IA que se dedica al autoaprendizaje para mejorar las predicciones en función de la información proporcionada, sin necesidad de programar el software para que aprenda cada tarea específica.



**IA Generativa:** La IA Generativa, en lugar de centrarse en el aprendizaje y la predicción, se basa en la creación de nuevo contenido de texto, imagen, audio o vídeo relevante y útil según las premisas proporcionadas por el usuario. La IA Generativa puede idear nuevas soluciones a conflictos o generar creaciones artísticas de forma autónoma.



**Procesamiento del Lenguaje Natural:** El procesamiento del lenguaje natural se refiere a la capacidad de un sistema informático para adquirir habilidades verbales y cotidianas de las personas, comunicándose con el usuario a través de este lenguaje. Un ejemplo de esto podrían ser los asistentes de voz más avanzados.



**Visión por computadora:** Es una IA que simula el ojo humano, siendo capaz de interpretar el contenido de imágenes y videos.



**Computación cognitiva:** Imita el razonamiento humano en escenarios complejos donde no hay respuestas precisas y concretas.



**Robótica y Sistemas Autónomos:** combinación del uso de software basado en Inteligencia Artificial con hardware que le permite ubicarse en el espacio físico y le permite realizar tareas manuales o de movimiento, identificando su entorno y actuando sobre él de forma autónoma.



Si quieras aprender más sobre inteligencia artificial, entender cómo funciona y cuáles son los diferentes elementos que la componen, te recomendamos realizar el siguiente curso gratuito, diseñado por la Universidad de Helsinki:

### Elementos de la IA

The screenshot shows the homepage of the 'Elements of AI' free online course. At the top, it says 'Welcome to the Elements of AI free online course!' and encourages users to 'Join over 1 million other people learning about the basics of AI.' Below this, there's a 'Choose country' dropdown set to 'Global'. A large blue button says 'Start our courses'. At the bottom, there are three sections with icons and text: 'Are you wondering how AI might affect your job or your life?' (with a person icon), 'Do you want to learn more about what AI really means — and how it's created?' (with a search icon), and 'Do you want to understand how AI will develop and affect us in the coming years?' (with a square icon).

### Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en el desarrollo y la profundización de las Ciudades Inteligentes

La función principal de la IA en las ciudades inteligentes se basa en su capacidad de recopilar, procesar y dar sentido a una enorme cantidad de datos que se recogen a través de diferentes dispositivos como sensores, cámaras, dispositivos de localización, etc.

La IA puede mejorar las ciudades de diferentes maneras:

- Simular sistemas urbanos complejos.

La simulación de sistemas urbanos es de gran valor, ya que permite probar y experimentar con diferentes políticas públicas. Por ejemplo, si una ciudad considera introducir nuevas regulaciones para reducir la contaminación, la inteligencia artificial puede modelar cómo esta medida afectaría la calidad del aire, el comportamiento del tráfico y la salud de los ciudadanos. Esto permite a los responsables de la toma de decisiones evaluar diferentes escenarios y elegir la opción más eficaz. La inteligencia artificial aplicada a las ciudades inteligentes permite realizar simulaciones de sistemas urbanos complejos, mejorando la comprensión, la planificación y la gestión de las ciudades.

La función principal de la IA en las ciudades inteligentes se basa en su capacidad de recopilar, procesar y dar sentido a una enorme cantidad de datos que se recogen a través de diferentes dispositivos como sensores, cámaras, dispositivos de localización, etc.

La IA puede mejorar las ciudades de diferentes maneras:

- **Simular sistemas urbanos complejos.**

La simulación de sistemas urbanos es de gran valor, ya que permite probar y experimentar con diferentes políticas públicas. Por ejemplo, si una ciudad considera introducir nuevas regulaciones para reducir la contaminación, la inteligencia artificial puede modelar cómo esta medida afectaría la calidad del aire, el comportamiento del tráfico y la salud de los ciudadanos. Esto permite a los responsables de la toma de decisiones evaluar diferentes escenarios y elegir la opción más eficaz. La inteligencia artificial aplicada a las ciudades inteligentes permite realizar simulaciones de sistemas urbanos complejos, mejorando la comprensión, la planificación y la gestión de las ciudades.

- **Hacer ciudades más seguras.**

Las aplicaciones de la IA para mejorar la seguridad de nuestras ciudades son múltiples y muy efectivas. Para empezar, la IA puede emplearse en cámaras de videovigilancia. Esta tecnología es capaz de detectar automáticamente posibles amenazas, así como de monitorizar movimientos y comportamiento social. Al mismo tiempo, los sistemas de identificación precisos permiten identificar a las personas mediante sistemas biométricos que, por ejemplo, pueden realizar reconocimiento facial. Esto es especialmente útil cuando las autoridades buscan a una persona con conductas delictivas.

- **Uso más eficiente de los recursos de la ciudad.**

La IA desempeña un papel fundamental en la optimización de la gestión de diferentes recursos en las ciudades, como la energía, el agua y los residuos. La IA puede tomar decisiones altamente optimizadas basándose en el análisis de grandes cantidades de información para elaborar predicciones que permiten ajustar la oferta a la demanda de forma precisa y constante. Además, la IA puede controlar los patrones de consumo energético en los edificios inteligentes de las ciudades, anticipándose a su consumo y garantizando así una red eléctrica estable, eficiente y con un bajo consumo de energía fósil.



En lo que respecta al agua potable, un bien básico pero cada vez más escaso, la IA, en combinación con diferentes sensores, es capaz, al predecir fenómenos atmosféricos (episodios de fuertes lluvias, sequías, etc.), de optimizar el caudal y la capacidad de almacenamiento para dotar de mayor robustez y fiabilidad al suministro de agua potable de las ciudades. La IA también es capaz de detectar fugas de agua, prevenir el desperdicio y optimizar los recursos hídricos. El aprendizaje automático, la robótica y los sistemas autónomos son tecnologías de IA específicas capaces de realizar estas acciones.

- **Gestión del tráfico y transporte público.**

Dirigir el tráfico en función de la congestión vial, predecir con precisión los horarios de salida y llegada de los autobuses a las diferentes paradas urbanas, identificar los coches más contaminantes en episodios de alta contaminación atmosférica, ayudar en la prevención de accidentes de tráfico y, en el futuro, los vehículos sin conductor, son solo algunas de las funcionalidades que puede tener la inteligencia artificial en el ámbito de la movilidad urbana.

- **Alumbrado público inteligente.**

Aumentar la eficiencia energética de las ciudades mediante la gestión inteligente del alumbrado público es una de las aplicaciones más ilustrativas de la IA. Adaptar la intensidad lumínica del alumbrado público en función de la luz natural, apagar las luces cuando no hay peatones ni vehículos circulando por lugares específicos e incluso usar el alumbrado público como herramienta de advertencia o para aumentar la seguridad, es posible mediante el uso de la Inteligencia Artificial, en concreto con tecnologías como la visión artificial y la computación cognitiva.

- Servicios **personalizados** y avanzados para la ciudadanía.

La integración de la Inteligencia Artificial (IA) en la participación ciudadana contribuye a un gobierno más inclusivo. La IA y los Modelos de Lenguaje Amplio (LLM) permiten que más personas accedan a los servicios gubernamentales y facilitan el análisis eficiente de las opiniones ciudadanas. Esto demuestra cómo la IA puede ayudar a comprender mejor las prioridades de la comunidad mediante el uso de datos de redes sociales.

Al establecer métodos claros para obtener información y utilizar la IA para analizar los datos, los gobiernos pueden garantizar que sus acciones se ajusten a las necesidades reales de la comunidad. Este enfoque destaca la importancia de la IA para mejorar la comunicación entre la ciudadanía y el gobierno, garantizando que las políticas y los servicios reflejen la diversidad de opiniones de las personas a las que están destinados.

- **Administraciones públicas más eficientes.**

La Inteligencia Artificial Generativa, junto con el procesamiento del lenguaje natural, puede ser de gran utilidad para los administradores municipales, ya que agiliza los flujos de trabajo y mejora la eficiencia. Permite automatizar multitud de tareas rutinarias. La IA también es capaz de transformar datos sin procesar y desordenados en información de alto valor mediante datos cruzados y analizados. Por ejemplo, puede analizar correos electrónicos y resumirlos; puede incorporar gráficos y mapas interactivos que extraen información de docenas de correos electrónicos en un documento de un vistazo.



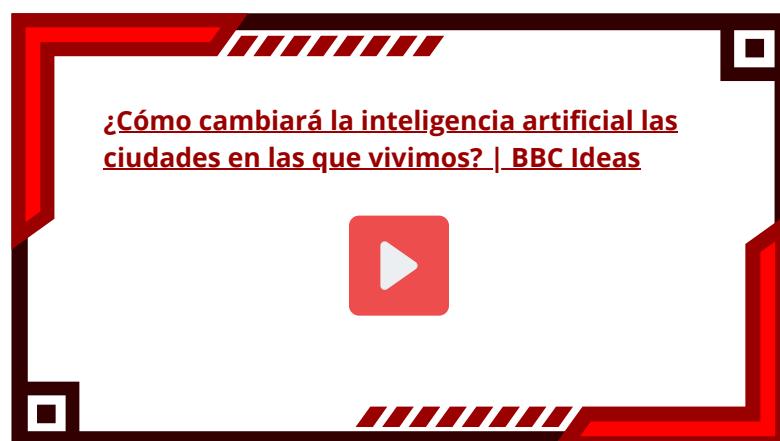
### **Consideraciones éticas al utilizar IA en las ciudades.**

El uso de la IA en las ciudades permite la acumulación y el análisis de grandes cantidades de datos e información ciudadana, que pueden utilizarse con fines éticos cuestionables, como un mayor control de la población. Además, se requerirán estrictos protocolos de seguridad para evitar el posible robo de información, ya que la IA registrará datos muy sensibles de los ciudadanos, como datos biométricos, geolocalización continua, etc.

Al mismo tiempo, la inteligencia artificial no está exenta de posibles sesgos, cuya acumulación puede llevar a decisiones injustas en áreas como la seguridad pública, la distribución de recursos o la planificación urbana. Cabe recordar que la inteligencia artificial se nutre de todo el contenido de internet; y todos sabemos que existen diversas posturas en internet, incluyendo aquellas discriminatorias o que criminalizan a grupos, regiones, etc., vulnerables. Si bien es cierto que toda esta desinformación puede influir en la IA, cada vez existen más cortafuegos y protecciones contra estas contribuciones que contaminan el contenido generado a través de estos sistemas.

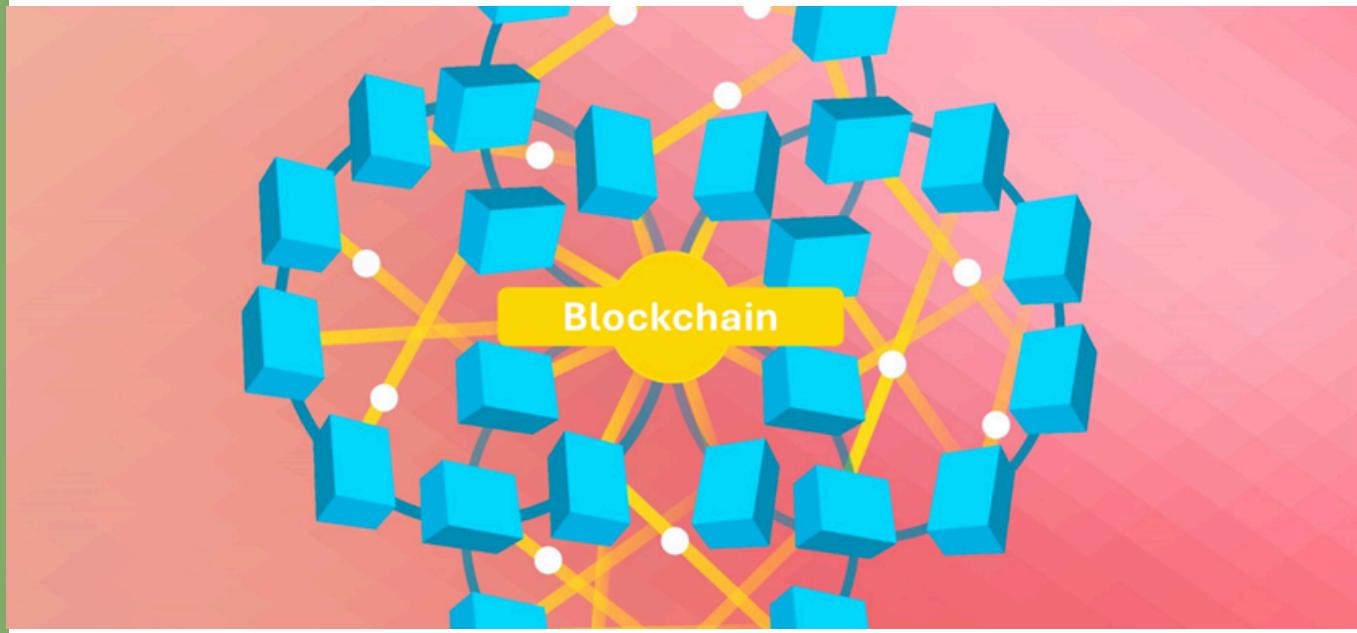
En el centro de la ética del uso de la Inteligencia Artificial, las autoridades deben colocar la privacidad, la seguridad, la equidad y la transparencia; solo así se podrá garantizar que esta tecnología genere suficiente confianza para que todos los ciudadanos puedan beneficiarse de ella.

Para finalizar este apartado, os recomendamos echar un vistazo al siguiente vídeo, elaborado por la BBC, donde, de forma muy ilustrativa, especula cómo podría ser la ciudad del futuro con la implementación profunda de la Inteligencia Artificial:



## 4.4 Blockchain - Cadena de Bloques

Hoy en día, más de la mitad de la población mundial vive en ciudades, y muchas de ellas se enfrentan a importantes retos para gestionar la rápida urbanización. Estos retos incluyen ayudar a la creciente población a superar el impacto ambiental de la expansión urbana y reducir la vulnerabilidad a desastres naturales, antropogénicos o epidemiológicos, como la pandemia de COVID-19.



Pero antes de continuar, vamos a explicar de forma sencilla qué es la Blockchain:

### ¿Qué es Blockchain?

Imagine la cadena de bloques como un libro de contabilidad gigante que muchas personas pueden ver y usar, pero nadie puede borrar ni modificar. En este libro de contabilidad, cada vez que alguien realiza una transacción, como comprar algo o prestar dinero, se escribe una nueva página.

Ahora, imagina que cada página está conectada con la anterior y la siguiente. Así, si alguien quisiera hacer trampa y cambiar una página, tendría que cambiar todas las anteriores, lo cual sería muy difícil. Además, este libro no se guarda en un solo lugar, sino que muchas personas tienen copias del mismo. Esto significa que todos pueden ver que lo que está escrito es correcto y nadie puede hacer trampa fácilmente.

En resumen, la cadena de bloques es un sistema seguro y transparente que ayuda a las personas a realizar un seguimiento de lo que sucede sin necesidad de una intermediario, Como un banco. Es como un libro de contabilidad que todos pueden ver, pero nadie puede modificar, lo que garantiza que todo sea justo y veraz.

Además, las ciudades enfrentan desafíos que incluyen desigualdad económica, pobreza, desempleo, más condiciones ambientales y altos niveles de emisiones de gases de efecto invernadero.

Como resultado del crecimiento poblacional, sumado a la expansión de la producción y la manufactura, las ciudades consumirán recursos considerables y requerirán servicios más eficientes y sostenibles. Sin una prestación más controlada de estos servicios, las zonas urbanas y sus entornos circundantes se verán afectadas, lo que reducirá el potencial de las ciudades para impulsar el crecimiento, la innovación y la prosperidad, tanto para sí mismas como para el país en su conjunto.

El avance tecnológico es clave para afrontar estos desafíos en las ciudades. Su integración contribuirá a que sean más eficientes, más ecológicas y más inclusivas socialmente.

Si necesitas más información sobre qué es una Blockchain, puedes ver este vídeo de YouTube:



## La contribución de blockchain a las ciudades inteligentes

La tecnología Blockchain se considera una herramienta para impulsar la transparencia y trazabilidad de los datos en las ciudades inteligentes, Como infraestructura distribuida, la tecnología blockchain puede servir como un medio adecuado para gestionar las redes en crecimiento que emanan de las ciudades inteligentes en términos de monitoreo de cadenas de suministro, ejecución y validación de rastros de datos, así como asegurar la autenticidad e integridad de los datos.

La tecnología blockchain, mediante una infraestructura segura y transparente, promete un intercambio inmutable y rastreable de datos confidenciales y valores de propiedad, no solo entre personas, sino también entre máquinas. Como resultado, la tecnología blockchain está captando cada vez más la atención de empresas e instituciones públicas.

Las ciudades pueden utilizar blockchain para crear un registro compartido y seguro para gestionar datos en tiempo real sobre transporte, energía y servicios públicos.

La implementación de la tecnología puede ayudar a las ciudades a optimizar la forma en que interactúan con los ciudadanos, reducir el consumo de recursos y compartir datos públicos con terceros autorizados.

Además, la infraestructura del futuro exigirá altos estándares de seguridad para garantizar de forma fiable el grado de seguridad requerido. Redes , automatización, descentralización y participación. Estos requisitos están alineados con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 11: Lograr que las ciudades y las comunidades sean inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles.

Las ventajas de la tecnología blockchain frente a los objetivos que definen las ciudades inteligentes, se pudo confirmar que la tecnología blockchain presenta los siguientes objetivos comunes: transparencia, inmutabilidad, trazabilidad, ahorro, eficiencia, seguridad y privacidad, red distribuida y tecnología.

La creciente demanda de transparencia por parte de los ciudadanos puede encontrar respaldo en la tecnología blockchain dado que, como se ha comentado en capítulos anteriores, la transparencia es una característica intrínseca de esta tecnología, además de la inmutabilidad de los datos una vez validados.



Las ventajas de la tecnología blockchain frente a los objetivos que definen las ciudades inteligentes, se pudo confirmar que la tecnología blockchain presenta los siguientes objetivos comunes: transparencia, inmutabilidad, trazabilidad, ahorro, eficiencia, seguridad y privacidad, red distribuida y tecnología.

La creciente demanda de transparencia por parte de los ciudadanos puede encontrar respaldo en la tecnología blockchain dado que, como se ha comentado en capítulos anteriores, la transparencia es una característica intrínseca de esta tecnología, además de la inmutabilidad de los datos una vez validados.

Asimismo, el carácter distribuido de esta tecnología hace que la red sea segura al no depender de nodos centrales y, junto con la posibilidad de anonimato en la red, satisface las necesidades de seguridad y privacidad de los datos de los ciudadanos, cada vez más demandadas en esta sociedad de la información.

Este modelo de red distribuida y de privilegios iguales refuerza la participación ciudadana y promueve la idea de un sistema transversal, en oposición a la verticalidad tradicional de los servicios urbanos.

Por otro lado, el sistema Peer to Peer (P2P) que caracteriza a la tecnología blockchain, al prescindir de intermediarios, implica una mayor eficiencia en los procesos, así como un ahorro de costes y tiempo. La eficiencia es un factor clave para lograr una ciudad inteligente.

Además, existe un vínculo entre blockchain y los objetivos de desarrollo sostenible. La implementación de esta tecnología disruptiva puede contribuir a la consecución de dichos objetivos en el marco de la ciudad inteligente, como veremos en la siguiente sección con los casos de estudio.

En definitiva, el avance de tecnologías como blockchain, estudiadas en detalle y con precisión, es un elemento clave para conseguir ciudades resilientes, preparadas para afrontar de la mejor manera posible los cambios y situaciones que se puedan presentar.



Los siguientes son algunos posibles usos del blockchain en diferentes zonas de la ciudad:

- Energía renovable: agiliza las transacciones entre agentes, certifica el origen renovable y permite al usuario producir y transferir energía renovable.
- Instituciones gubernamentales: suministro de información en tiempo real y transparencia.
- Voto electrónico: asegura las firmas y evita el hackeo.
- Internet de las cosas: los electrodomésticos podrán realizar compras por sí solos.
- Alimentos; garantiza la trazabilidad.
- Transacciones financieras: más ágiles y económicas.
- Privacidad de bases de datos: en sanidad, seguridad, turismo, etc.
- Contratos inteligentes o smart contracts: autoejecutables cuando ambas partes cumplen con lo firmado y se garantiza el reembolso automático en caso de incumplimiento.



## 5. Conclusiones

Este módulo ha sido diseñado para proporcionar una comprensión integral de las tecnologías clave que conforman el ecosistema de las Ciudades Inteligentes. A lo largo del contenido, se ha destacado la importancia de una infraestructura tecnológica avanzada para la recopilación, transmisión, almacenamiento y análisis de datos. Tecnologías como el Internet de las Cosas (IdC), el Big Data, la Inteligencia Artificial y la cadena de bloques no solo son herramientas innovadoras para el desarrollo urbano, sino que también actúan como motores de transformación que permiten a las ciudades abordar desafíos contemporáneos como la sostenibilidad, la eficiencia en el uso de recursos y la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos.

El uso eficaz de estas tecnologías permite una gestión urbana más informada y dinámica. Mediante la interconexión de dispositivos, la captura y el análisis de grandes volúmenes de datos y la aplicabilidad de algoritmos de inteligencia artificial, las Ciudades Inteligentes pueden optimizar los servicios públicos, gestionar el tráfico eficientemente, garantizar la seguridad y promover la participación ciudadana. Además, la interdependencia de estas tecnologías refuerza la idea de que una ciudad inteligente no es solo un conjunto de soluciones tecnológicas, sino un sistema complejo que requiere un enfoque colaborativo entre diversos actores, como los gobiernos, el sector privado y la comunidad.

Finalmente, es crucial reconocer que la implementación de estas tecnologías también conlleva desafíos importantes, como la gestión de la privacidad, la seguridad de los datos y la equidad en el acceso a la tecnología. La clave del éxito de las Ciudades Inteligentes reside no solo en adoptar tecnologías avanzadas, sino también en hacerlo desde una perspectiva ética y sostenible, incluyendo a la ciudadanía en la toma de decisiones y garantizando una distribución equitativa de los beneficios. A medida que las ciudades continúan evolucionando, el compromiso con la colaboración y el uso de datos precisos serán fundamentales para construir un futuro urbano más resiliente y adaptado a las necesidades de sus habitantes.



# Términos clave

## **Inteligencia artificial (IA)**

**Tecnología que permite a las máquinas imitar la inteligencia humana, aprendiendo, razonando y tomando decisiones en distintos ámbitos.**

## **Internet de las cosas (IoT):**

**Conexión de objetos físicos a internet mediante sensores y software, para intercambiar datos y facilitar entornos más inteligentes.**

## **Blockchain:**

**Registro distribuido e inmutable que almacena transacciones en bloques encadenados, eliminando intermediarios y aportando trazabilidad y confianza (base de criptomonedas y contratos inteligentes).**

## **Big Data:**

**Gestión y análisis de grandes volúmenes y variedades de datos, a alta velocidad, para extraer patrones y apoyar decisiones en tiempo real o casi real.**

## **Ciudades Inteligentes:**

**Uso de tecnología y soluciones sostenibles para optimizar el transporte, haciéndolo más eficiente, seguro y menos contaminante.**



# Enlaces a recursos externos

## **Curso “Elementos de la Inteligencia Artificial”**

Elementos de la IA es una serie de cursos gratuitos en línea creados por MinnaLearn y la Universidad de Helsinki. Queremos animar a un grupo de personas lo más amplio posible a aprender qué es la IA, qué se puede (y no se puede) hacer con la IA, y cómo empezar a crear métodos de IA.

<https://www.open.edu/openlearn/course/info.php?id=12221>

## **Video "Ciudades inteligentes para el desarrollo sostenible"**

<https://www.youtube.com/watch?v=eCRVoXbkHnw>

## **Video “¿Cómo cambiará la inteligencia artificial las ciudades en las que vivimos?”**

<https://www.youtube.com/watch?v=UXxyCBimRyM>

## **Video “Cómo funciona una blockchain”**

[https://www.youtube.com/watch?v=SSo\\_ElwHSd4](https://www.youtube.com/watch?v=SSo_ElwHSd4)



# Bibliografía

Centro de Recursos para Ciudades Inteligentes del IEEE (s.f.). Recursos para ciudades inteligentes para la educación y el desarrollo profesional. Recuperado de <https://resourcecenter.smartcities.ieee.org/>

IGLUS. (s.f.). MOOC sobre Ciudades Inteligentes. Recuperado de <https://iglus.org/smart-cities-mooc/>

Universidad Abierta (sin fecha). Ciudades Inteligentes: Curso gratuito de la Universidad Abierta. Recuperado de <https://www.open.edu/openlearn/course/info.php?id=12221>

Grupo del Banco Mundial. (s.f.). Ciudades inteligentes para el desarrollo sostenible. Recuperado de <https://www.classcentral.com/course/sustainable-development-world-bank-group-smart-ci-52907>

Alianza Global de Ciudades Inteligentes. (s.f.). Biblioteca de recursos. Recuperado de <https://www.globalsmartcitiesalliance.org/resources>

IEC. (s.f.). Recursos para Ciudades Inteligentes. Recuperado de <https://iec.ch/cities-communities/smart-cities-resources>

edX. (sf). Fundamentos de las Ciudades Inteligentes. Recuperado de <https://courses.edx.org>

Introducción a las Ciudades Inteligentes. (s.f.). Lista de recursos sobre los fundamentos de las ciudades inteligentes. Recuperado de <https://www.introtosmartcities.com/resources/>

