



INDUSTRIA 4.0

INTERNET DE LAS COSAS Y SMART CITIES



Contenido

Internet de las cosas aplicado a la Industria 4.0	3
¿Qué es el Internet de las Cosas?	4
Definición del Internet de las Cosas	5
Aplicaciones del Internet de las Cosas	5
Tecnologías y tendencias habilitadoras del Internet de las Cosas	7
IPv6: El desarrollo del Internet de las Cosas	9
Arquitectura del Internet de las Cosas	10
La red LPWA (La red estándar adaptada al Internet de las Cosas)	12
Internet de Todo y las cuatro fuentes de generación de datos	12
Conectividad de la red	13
INTERNET INDUSTRIAL DE LAS COSAS (IIOT) / INTERNET INDUSTRIAL	15
Internet del futuro	15
Ciudades Inteligentes (Smart Cities)	16
Modelo de Ciudad Inteligente de la Unión Europea	17
Arquitectura de una Ciudad Inteligente (Cadena de Valor Tecnológica)	17
Las redes Eléctricas Inteligentes (Smart Grids)	20
Sensores en las Ciudades Inteligentes	21



¿Qué es el Internet de las Cosas?

El término Internet de las cosas (Internet of Things) está llegando al gran público con la denominación de Internet de los objetos. Los objetos son: libros, zapatos o componentes de un vehículo, y se agrupan en redes de objetos. Si estuviesen referenciados con dispositivos de identificación, chips RFID, NFC, esto es, si todos están equipados con etiquetas de radio frecuencia, todos pueden ser identificados y gestionados. Con la actual generación del protocolo IPv6 se podrá identificar instantáneamente cualquier tipo de objeto, hasta decenas y centenas de miles de millones, al contrario que la generación IPv4, cuyas direcciones de Internet están restringidas a 4.300 millones.

Ahora es el momento de la comunicación entre las cosas, las máquinas (M2M, MachinetoMachine), los objetos, a través de sensores, chips, NFC, RFID.





Definición del Internet de las Cosas

Hay una gran variedad de definiciones que representan al Internet de las Cosas con ligeras diferencias entre ellas, y a la vez términos diferentes y muy similares.

Por ejemplo:

- Internet de las Cosas (IoT, Internet of Things).
- Internet de todas las cosas o Internet de Todo (IoE, Internet of Everything).
- Web de las Cosas (Web of Things).
- Internet de las personas y las cosas.

De igual forma, existe una gran variedad de términos que reflejan ideas similares: Machine-to-Machine (M2M, máquina a máquina), Big Data y Cyber-Physical Systems (sistemas ciberfísicos). Nosotros adoptaremos el término más utilizado, Internet de las Cosas, que a su vez es la espina dorsal de la anunciada Cuarta Revolución Industrial y soporte de Industria 4.0.

Aplicaciones del Internet de las Cosas

Internet de las cosas, como ya venimos comentando, es un gran ecosistema de objetos interconectados con miles de aplicaciones de todo tipo y de impacto en la mayoría de los sectores de la empresa, la industria, los negocios, la salud, las infraestructuras, la energía, la fabricación automotriz-férrea-aérea, los seguros, la cadena de suministro, logística, etc. Allí donde se encuentren objetos con sensores, chips RFID y/o NFC,

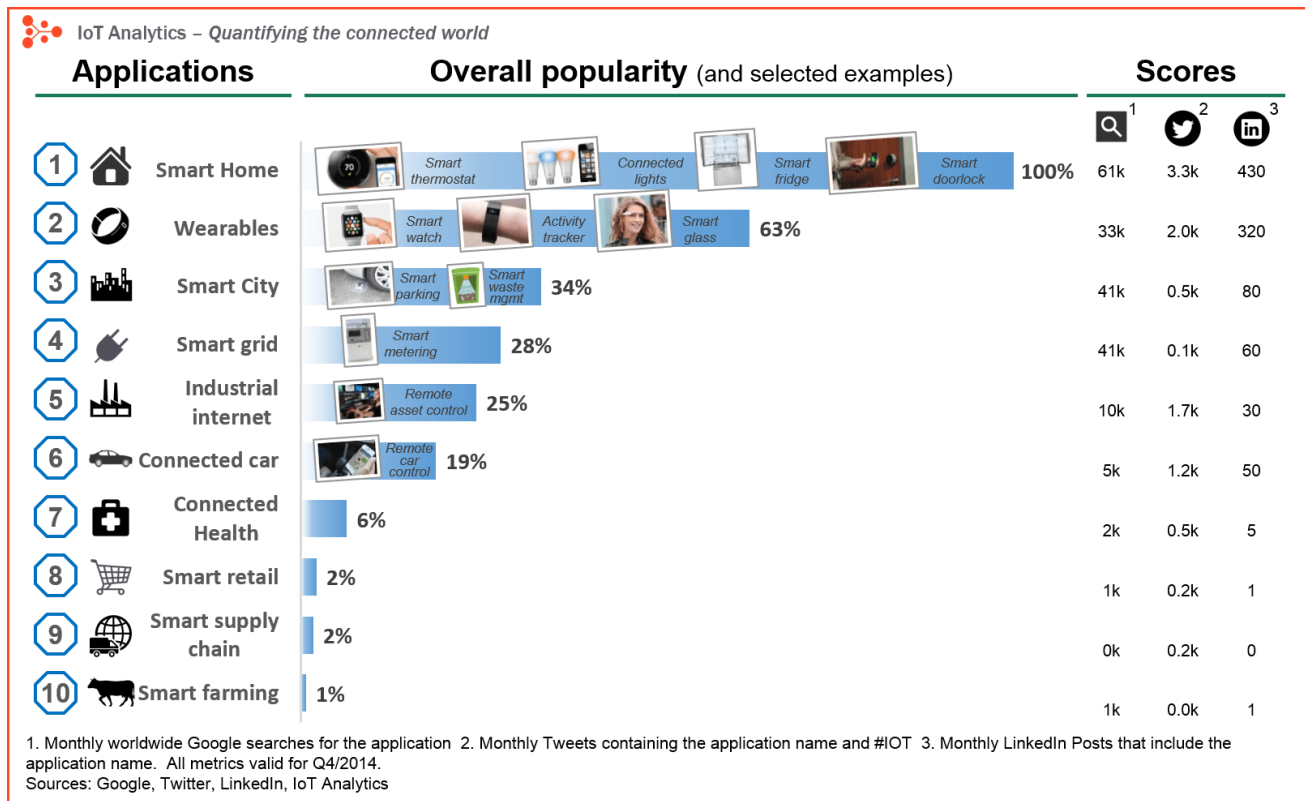
La Internet de las cosas ha traído el apellido “inteligente” que se ha unido a todo tipo de actividades y servicios, y así podemos encontrar:

- Ciudades inteligentes
- Edificios inteligentes
- Transporte inteligente
- Gestión de aparcamientos públicos y privados
- Salud inteligente
- Vida inteligente



- Energía inteligente (uso de contadores inteligentes)
- Entornos inteligentes
- Infraestructuras inteligentes
- Servicios públicos inteligentes
- Sistemas de transporte inteligente
- Agricultura inteligente
- Ganadería inteligente
- Recogida de basuras inteligente
- Domótica y automatización del hogar
- etc.





Tecnologías y tendencias habilitadoras del Internet de las Cosas

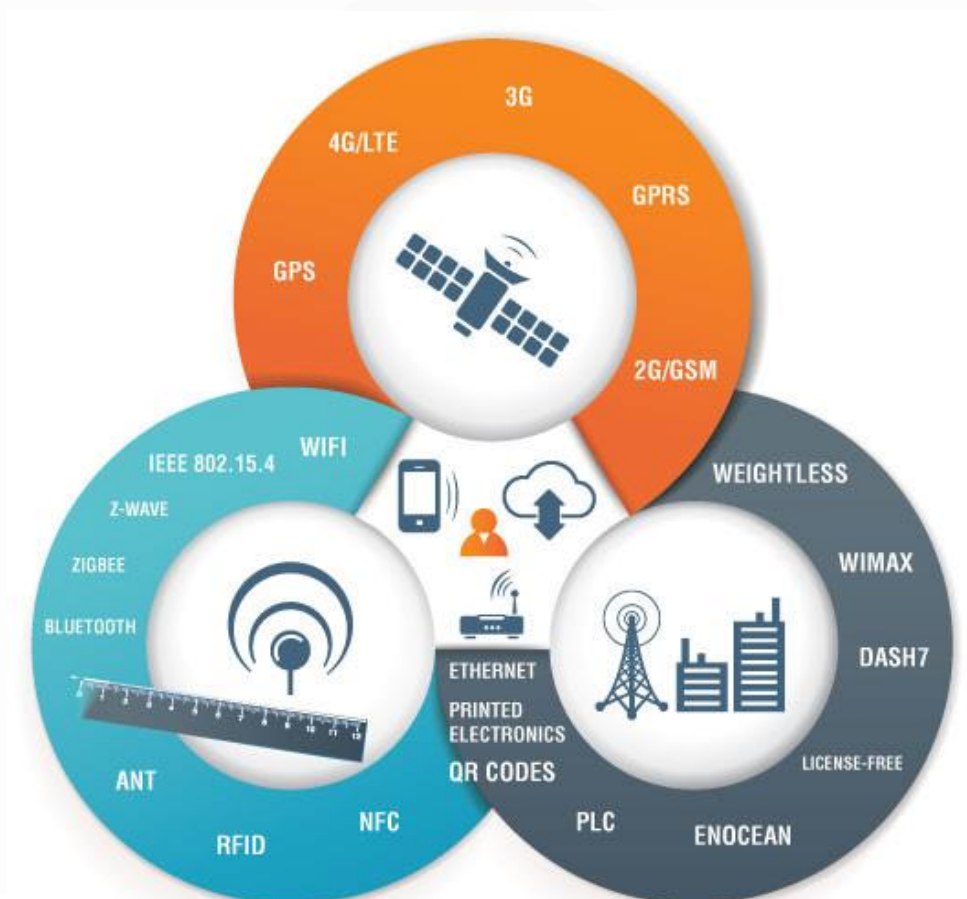
Muchas de las tecnologías de Industria 4.0, expuestas desde el primer capítulo, han contribuido al despegue de Internet de las Cosas y a la explosión de los objetos inteligentes interconectados a lo largo de 2017 y la espectacular conectividad global que se espera se produzca con el lanzamiento comercial de las redes 5G. Internet de las Cosas está alcanzando las cotas que estamos viendo, no sólo por las tecnologías ya mencionadas, sino sobre todo por las siguientes disrupciones tecnológicas:

1. Despliegue del protocolo de comunicaciones de Internet, IPv6;
2. Redes de comunicaciones 4G y sobre todo la esperada 5G (despliegue comercial previsto en 2020);
3. Comercialización de las tarjetas e-SIM para teléfonos inteligentes y dispositivos (aunque en este caso y dado que la comercialización se



esperaba para el año 2017, está todavía por ver si el impacto esperado se produce en una realidad positiva en Internet de las Cosas).

Otra tendencia que ha impactado en el Internet de las Cosas ha sido el abaratamiento de los sensores producido en los últimos años, y especialmente de los dispositivos RFID y NFC, además de la incorporación de tecnologías Bluetooth a todo tipo de sensores y dispositivos móviles.

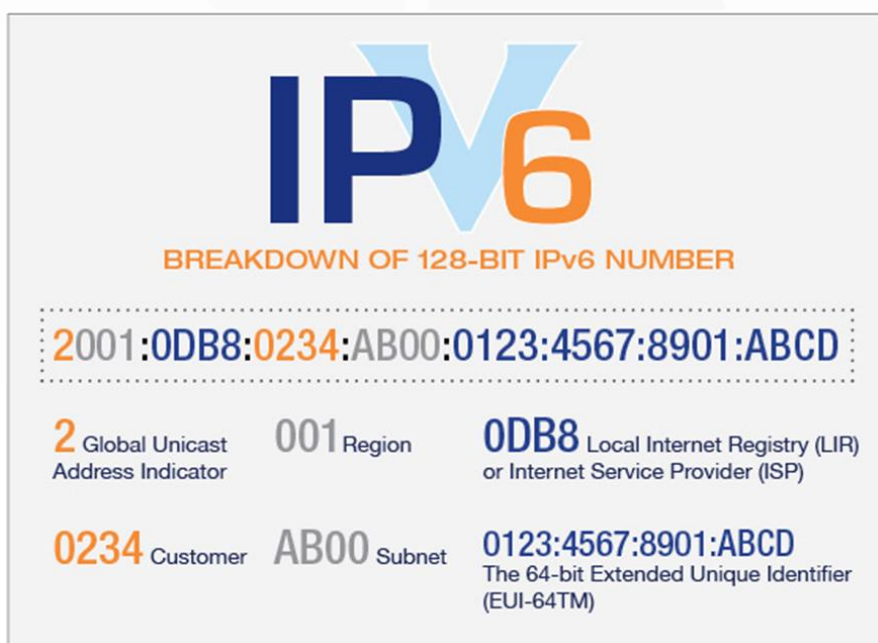




IPv6: El desarrollo del Internet de las Cosas

A través de Internet, las computadoras y equipos se conectan entre sí mediante sus respectivas direcciones IP. Bajo la versión IPv4 utilizada hasta hace poco tiempo, sólo hay cabida para unos 4.300 millones de direcciones y esto ha constituido un cuello de botella práctico para ampliar el número de direcciones de Internet. Teniendo en cuenta que casi un tercio de la población mundial está conectada (aproximadamente 2.400 millones de personas en 2013), no queda mucho margen para seguir conectando todos los objetos del Internet de las cosas. Este cuello de botella en nuestras infraestructuras tiene solución en el último despliegue del protocolo (IPv6), que permitirá alojar centenas o miles de millones de direcciones IP.

Es decir: “más que suficiente para todo lo que hay en el planeta”. Sin embargo, todo dependerá de lo rápido que se adopte el IPv6. Por lo pronto, el 8 de junio de 2011 Google, Facebook y Yahoo, entre otros, comenzaron a ofrecer su contenido sobre IPv6 durante un simulacro de veinticuatro horas. Hoy día, cada vez es más utilizado el protocolo IPv6.





IPv4 Deployed 1981 <i>Address Size:</i> 32-bit number <i>Address Format:</i> Dotted Decimal Notation: 192.0.2.76 <i>Prefix Notation:</i> 192.0.2.0/24 <i>Number of Addresses:</i> $2^{32} = 4,294,967,296$	IPv6 Deployed 1999 <i>Address Size:</i> 128-bit number <i>Address Format:</i> Hexadecimal Notation: 2001:0DB8:0234:AB00:0123:4567:8901:ABCD <i>Prefix Notation:</i> 2001:0DB8:0234::/48 <i>Number of Addresses:</i> $2^{128} =$ 340,282,366,920,938,463,463,374, 607,431,768,211,456
--	--

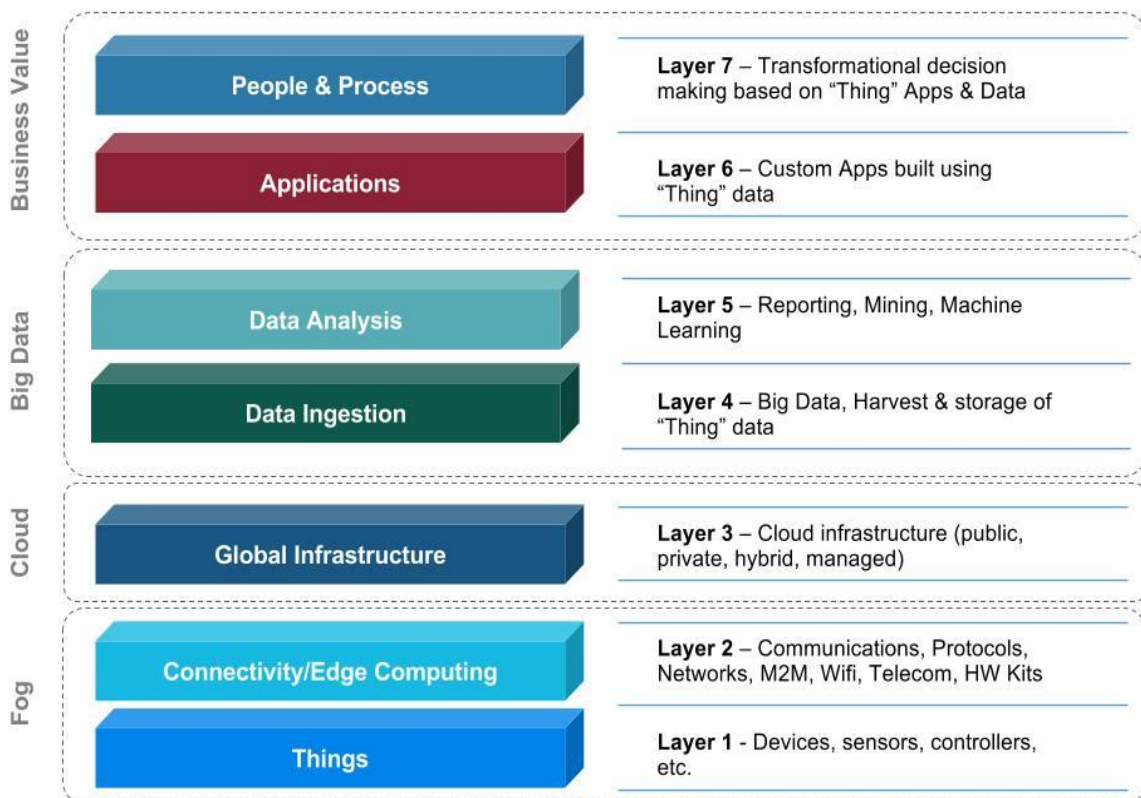
Arquitectura del Internet de las Cosas

El Internet de las Cosas, como todos los servicios de tecnologías de la información y las comunicaciones, consta de una serie de capas o componentes que configuran su arquitectura y que, a su vez, constan de una serie de tecnologías, servicios y protocolos. Las capas del Internet de las cosas son cuatro, y una más es la plataforma de presentación de servicios para visualización de resultados:

1. Recolección (ingesta) de datos.
2. Transmisión de datos (redes de comunicaciones): conectividad.
3. Almacenamiento de datos en centros de datos -normalmente en la nube-.
4. Analítica de datos.
5. Presentación y visualización de resultados (plataforma de provisión de servicios)



7 Layers of the Internet of Things (IoT)



cloudtp.com



La red LPWA (La red estándar adaptada al Internet de las Cosas)

La aparición de nuevos tipos de sensores biométricos, medidores inteligentes, ...ha derivado en la necesidad de nuevas redes y estándares de bajo consumo, gran alcance, componentes económicos y anchos de banda restringidos para adaptarse a los nuevos dispositivos que integren estos sensores. La nueva red de comunicaciones es LPWA (Low Power Wide Area, baja potencia de área amplia) [‘Iniciativa de IoT Móvil’ de la GSMA], cuyas primeras pruebas se realizaron en 2016 y gracias al estándar NB-IoT (Internet de las Cosas de Banda Estrecha) que soporta a la red LPWA, se podrán conectar millones de objetos cada día, haciendo realidad la Internet de las Cosas (IoT).

NB-IoT será una de las tecnologías diseñada para baja velocidad, pero de largo alcance, ambos aspectos claves para las redes IoT y de baja potencia. Los dispositivos, tipo sensores y equipos industriales, están diseñados para operar en entornos aislados, sin necesidad de servicios. Se estima que en 2020 habrá casi 1.500 millones de ellos conectados a estas redes LPWA y están previstas para desplegar aplicaciones IoT en sectores como el energético, el transporte y las Smart Cities, las cuales se beneficiarán de la facilidad en la integración de sistemas inalámbricos con módulos conectados a la nube, reducción de costos y consumo de los dispositivos, así como llegada de enlaces de conectividad fiable en lugares con problemas de cobertura, como interiores de edificios, estacionamientos y áreas rurales.

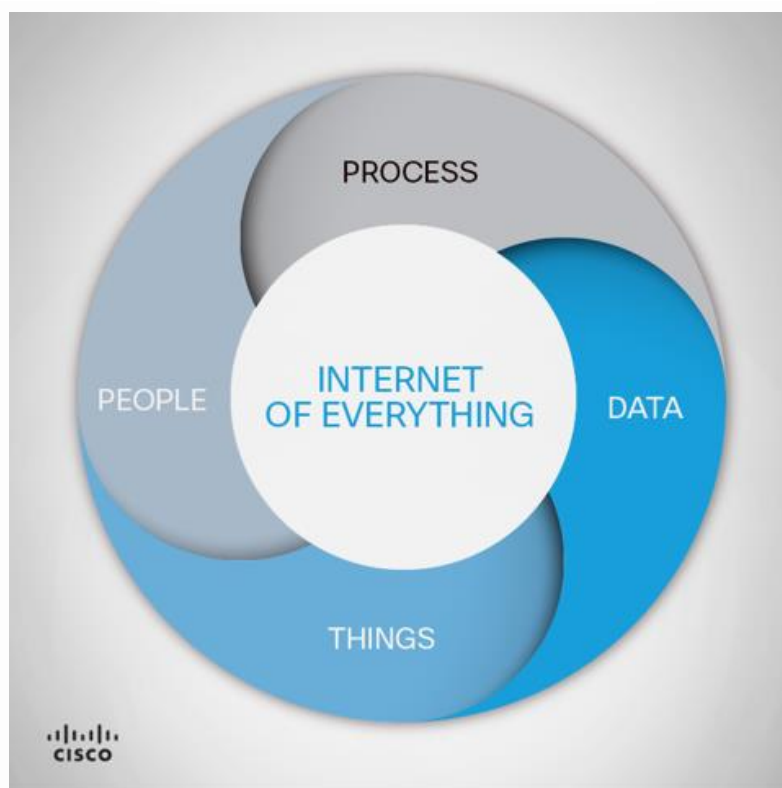
Internet de Todo y las cuatro fuentes de generación de datos

Cisco dio un paso adelante al concepto de Internet de las Cosas y en 2012 se adelantó y lanzó su concepto de Internet de Todo, el cual ha tenido gran aceptación y que refleja la realidad actual y futura –y para ello dio su propia definición: «IoT [Internet of Everything] asocia juntos a las personas, procesos, datos y cosas para hacer las conexiones en red más relevantes y valiosas que nunca antes –convirtiendo la información en acciones que crean nuevas capacidades, experiencias más ricas y oportunidades económicas sin precedentes para negocios,



empresas, personas y países». Para entender mejor esta definición, Cisco explica detenidamente sus reflexiones sobre cuatro componentes:

- **Personas**
- **Datos**
- **Cosas**
- **Procesos**



Conectividad de la red

La conectividad de la Red es la base de la IoT. Los objetos conectados deben desempeñar un rol para sacar rédito a su ubicuidad y poder ser considerados como objetos inteligentes; para ello son necesarios tres pilares:

- Componentes computacionales que permitan procesar información, por ejemplo, microcontroladores.



- Sensores que permiten obtener información física del entorno y convertirla en información procesable digitalmente: luminosidad, movimiento, temperatura.
- Actuadores que son dispositivos electrónicos que permiten modificar o generar un efecto sobre la física del entorno, por ejemplo, motores, altavoces

A continuación, se hace una descripción más precisa de los tres componentes:

- **Controlador.** Sistema computacional que permitan procesar información. Es un dispositivo que proporciona inteligencia de aplicaciones a Internet. Son los dispositivos que gestionan el sistema según la programación y la información que reciben. Puede haber un solo controlador o varios distribuidos por el sistema.
- **Sensor.** Permite obtener información física del entorno y convertirla en información procesable digitalmente; por ejemplo: luminosidad, movimiento, temperatura... Se utiliza para detectar los valores físicos y publicarlos junto con los metadatos en Internet de diversas maneras. Es un dispositivo que monitoriza el entorno captando información que transmite al sistema (sensores de agua, humo, temperatura, viento, humedad, lluvia, iluminación, etc.) (Waher2015:11).
- **Actuador.** Dispositivos electrónicos que permiten modificar o generar un efecto sobre la física del entorno; ejemplo: motores, altavoces, ... Ejecuta acciones en el mundo físico basado en órdenes que recibe desde Internet. Es un dispositivo capaz de ejecutar y/o recibir una orden del controlador, y realiza una acción sobre un aparato o sistema (encendido/apagado, subida/bajada, apertura/cierre...).

Los sensores y actuadores son los dispositivos que enlazan Internet con el mundo físico. Los sensores convierten lecturas de energía del entorno físico en valores numéricos que pueden ser transmitidos digitalmente. Los actuadores convierten instrucciones digitales en acciones mecánicas.



INTERNET INDUSTRIAL DE LAS COSAS (IIOT) / INTERNET INDUSTRIAL

Internet Industrial de las Cosas (IIoT, Industrial Internet of Things) se refiere al uso de las tecnologías IoT en los procesos industriales y de manufactura. Los sistemas ciberfísicos como ya vimos en el capítulo 1, son el soporte de Industria4.0 y del Internet Industrial de las Cosas, son todos aquellos dispositivos que integran capacidades de procesamiento, almacenamiento y comunicaciones con el fin de poder controlar uno o varios procesos físicos. Los sistemas ciberfísicos están conectados entre sí y, a su vez, conectados a la red global gracias al paradigma de internet de las cosas.

Con independencia del término adoptado, el Internet Industrial [de las cosas] en la actualidad incorpora técnicas de inteligencia artificial (aprendizaje automático y aprendizaje profundo, unido a redes neuronales artificiales y procesamiento de lenguaje natural) así como de Big Data, aprovechando los datos de sensores, comunicación máquina a máquina (M2M) y las tecnologías de automatización que existen desde hace muchos años en configuraciones industriales.

Internet del futuro

Internet será fundamentalmente inalámbrico. Las redes móviles 3G/4G y la futura 5G, unidas a las redes WiFi, están configurando una nueva red Internet. En el futuro se prevé que podrá utilizarse la infraestructura doméstica para optimizar recursos. La respuesta a este reto es la tecnología LiFi, una tecnología de transmisión de datos bidireccional más rápida –se calcula 100 veces más rápida que las actuales redes WiFi– y que, si se termina implantando, revolucionará las comunicaciones móviles, ya que se realizará la transmisión de datos a través de la iluminación de dispositivos LED.

LiFi (Light Fidelity) en pruebas realizadas se ha llegado a alcanzar transferencias de archivos de hasta 224 gigabytes por segundo (equivalente a descargar 18 películas de 1,56 GB cada una). Ya se han realizado experiencias prácticas fuera de laboratorio de transmisión de datos de alta velocidad utilizando la comunicación de la luz en lugar



del tradicional de ondas radio. El futuro prevé la integración de ambos tipos de redes WiFi y LiFi que coexistirán para lograr redes más eficientes y seguras y, naturalmente, habrá que estar atentos, en su caso, a la interconexión con las futuras redes comerciales celulares(móviles) 5G.

Ciudades Inteligentes (Smart Cities)

La ciudad inteligente busca incrementar la calidad de vida de sus ciudadanos a través del uso de las tecnologías inteligentes (Big Data, IoT, M2M, sensores, tecnologías móviles, tecnologías de visualización, impresión 3D, plataformas cloud, open data y plataformas de open data) mejorando la calidad y eficiencia de los servicios



prestados tanto para los organismos públicos como para las empresas, con el objetivo de conseguir una ciudad más económica y ambientalmente sostenible.

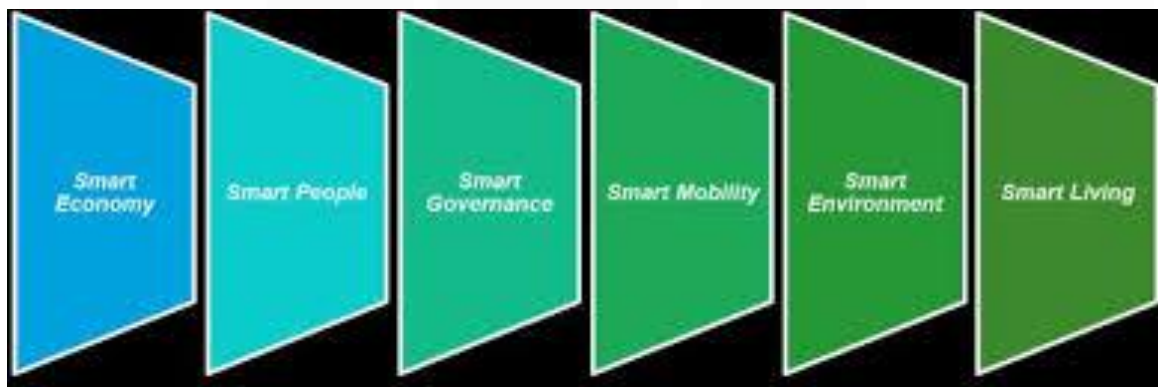
Las Ciudades Inteligentes usan conectividad, sensores distribuidos en el ambiente y sistemas computarizados de gestión inteligente para solucionar problemas inmediatos, organizar escenarios urbanos complejos y crear respuestas innovadoras para atender las necesidades de sus ciudadanos. Con el objetivo de garantizar esa gestión eficiente y sostenible, las tecnologías de las Smart Cities integran y analizan una cantidad inmensa de datos generados y capturados en diferentes fuentes que anticipan, mitigan e inclusive previenen situaciones de crisis. Estos mecanismos permiten ofrecer de manera proactiva mejores servicios, alertas e información a los ciudadanos.



Modelo de Ciudad Inteligente de la Unión Europea

El informe “Mapping Smart Cities in the EU” de enero de 2014 del Parlamento Europeo considera que una ciudad es inteligente si tiene al menos una iniciativa que aborda una o más de las siguientes características:

- Smart Economy (Economía Inteligente)
- Smart People (Personas Inteligentes)
- Smart Mobility (Movilidad Inteligente)
- Smart Environment (Entorno Inteligente)
- Smart Governance (Gobierno Inteligente)
- Smart Living (Vida Inteligente)



Arquitectura de una Ciudad Inteligente (Cadena de Valor Tecnológica)

La ciudad inteligente se convierte en un gran sistema similar al de cualquier sistema de información, de modo que su arquitectura será muy similar y, en particular, a la arquitectura de internet de las cosas que vimos anteriormente, dado que IoT es la espina dorsal de las ciudades inteligentes.

La necesidad de un procesamiento de los datos desde su captura en las numerosas fuentes de información hasta los servicios finales de la ciudad inteligente, Telefónica (2011) denomina a este sistema global de información: la

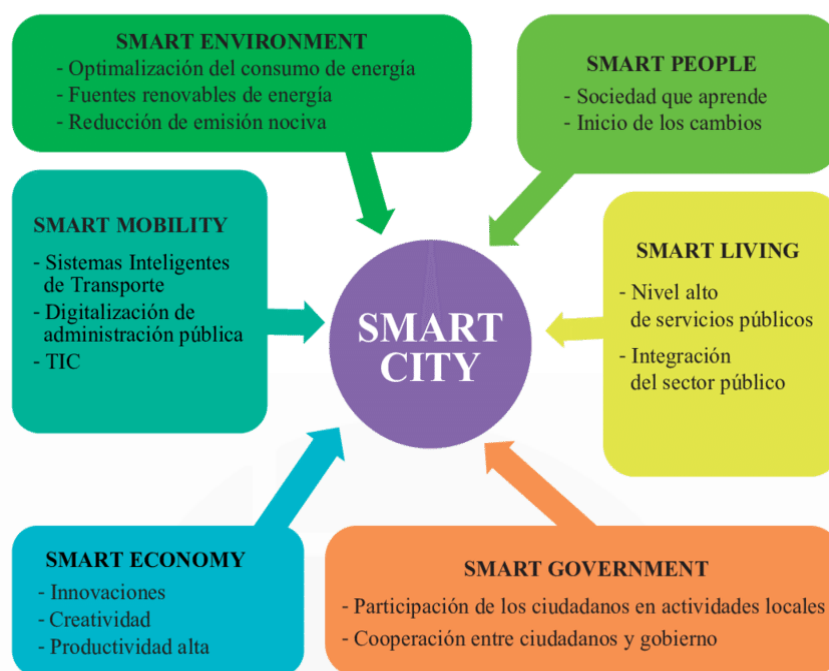


cadena de valor tecnológica –proceso de los datos en una ciudad inteligente– que se compone de cinco etapas:

- Recolección de datos
- Transmisión de datos (recopilados de la ciudad a través de las redes de comunicación)
- Almacenamiento y análisis de los datos
- Plataforma de provisión (prestación) de servicios: plataforma de servicios
- Servicios finales de la ciudad inteligente (servicio de movilidad, servicio de eficiencia energética.)



En una ciudad inteligente intervienen numerosas tecnologías cuya espina dorsal es la Internet de las Cosas. El despliegue de una ciudad inteligente lleva asociada la creación de una serie de infraestructuras, así como de mecanismos de gestión de la información y diferentes plataformas, todo ello integrado bajo una perspectiva global [Telefónica 2011]. El creciente volumen de los datos que supone Big Data ha hecho una necesidad la actualización con herramientas avanzadas de analítica de datos.



La cadena de valor de la ciudad inteligente de ONTSI consta de cuatro etapas o fases principales:

1. Generación de información.
2. Captación de información.
3. Análisis y gestión de la información.
4. Integración de información sectorial.

Generación de información. Se origina toda la información relacionada con la ciudad y es el inicio del proceso y tratamiento de los datos: Gobierno (administración y empleados públicos), Ciudadanía (ciudadanos, empresas, comercio), Ciudad (infraestructuras y equipamiento) y Servicios a la ciudad (limpieza, agua y transporte).

Capa de captación de información. Son los sistemas y dispositivos de recolección de datos: sensorización, redes sociales, apps, telemedicina...

Análisis y gestión de la información. Su objetivo es la extracción de datos e información relevante que facilite la gestión y tratamiento de dicha información para



ayudar en la toma de decisiones: analítica, predictiva, prescripciones, publicaciones, gestión...

Integración de información sectorial. Consiste en la unificación de la información proveniente de los diferentes sistemas y generadores de información que permitan la obtención de conocimiento integrado del funcionamiento de la ciudad para una toma de decisiones eficiente y eficaz orientada a la resolución de los problemas de todos los actores involucrados en el ecosistema digital.

Las cuatro etapas se apoyan en tres capas de soporte transversales:

- **Capa de conexión (conectividad).**
- **Capa de soporte y asesoramiento.**
- **Capa de promoción e impulso.**

La capa de conectividad consta de las infraestructuras de comunicación y de tecnologías de la información; interviene en todo el proceso y es la encargada de proveer de conexión a todos los sistemas involucrados en la cadena de valor.

Capa de soporte y asesoramiento que consta de los servicios tecnológicos, estratégicos, financieros, legales o jurídicos

La capa de promoción e impulso es aquella en la que se encuentran las diferentes asociaciones empresariales, administraciones públicas o aplicaciones y redes de ciudades vinculadas con el fomento y despliegue de las ciudades inteligentes (como es el caso en España de la Red Española de Ciudades Inteligentes, RECI).

Las redes Eléctricas Inteligentes (Smart Grids)

Las Smart Grids son redes de distribución eléctrica “inteligentes” que proporcionan datos tanto a las empresas distribuidoras de electricidad como a los consumidores. Las Smart Grids incorporan contadores inteligentes para lectura de los hogares y empresas, y permiten conocer los consumos en tiempo real tanto al cliente como al



usuario final. Estos datos permitirán el conocimiento de los hábitos de consumo para mejorar la eficiencia de la red y así conseguir un buen ahorro energético.

Las lecturas de los contadores inteligentes permiten al consumidor saber cuánta energía está consumiendo en tiempo real y, en consecuencia, tomar decisiones como desconectarse de la red eléctrica o no, en función del costo de la electricidad en ese momento.



Sensores en las Ciudades Inteligentes

En el menú de sensores inteligentes describe de un modo sencillo cuáles son los muchos y variados tipos de sensores que pueblan las ciudades y que controlan desde el tráfico y el estacionamiento hasta los niveles de polen o de CO2 existentes en ellas. Los más básicos e importantes, y que son los que proporcionan la información más relevante desde el punto de vista del consumo eléctrico, son sensores de:



- Estacionamiento
- tráfico
- humedad
- luz
- paso
- contaminación
- recolección y tratamiento de residuos urbanos
- control de consumo de agua y de electricidad
- la red eléctrica

Es preciso considerar la sensorización inteligente cuyo objetivo principal es la acumulación de grandes volúmenes de datos (Big Data), para que posteriormente sean procesados y sirvan para ayudar en la toma de decisiones.

Autor: Mg. Ing. Federico D'Alía

Bibliografía de referencia: Industria 4.0, Luis Joyanes 2017