

Máster en Tecnologías de Análisis de Datos Masivos: BIG DATA

Internet de las Cosas en el Contexto de Big Data

Introducción al paradigma de Internet de las Cosas

Juan Antonio Martínez juanantonio@um.es
Antonio F. Skarmeta Gómez skarmeta@um.es

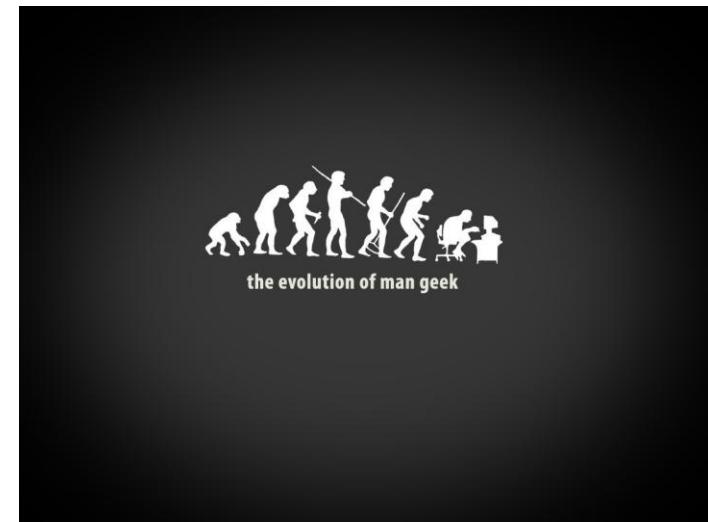


Contenidos

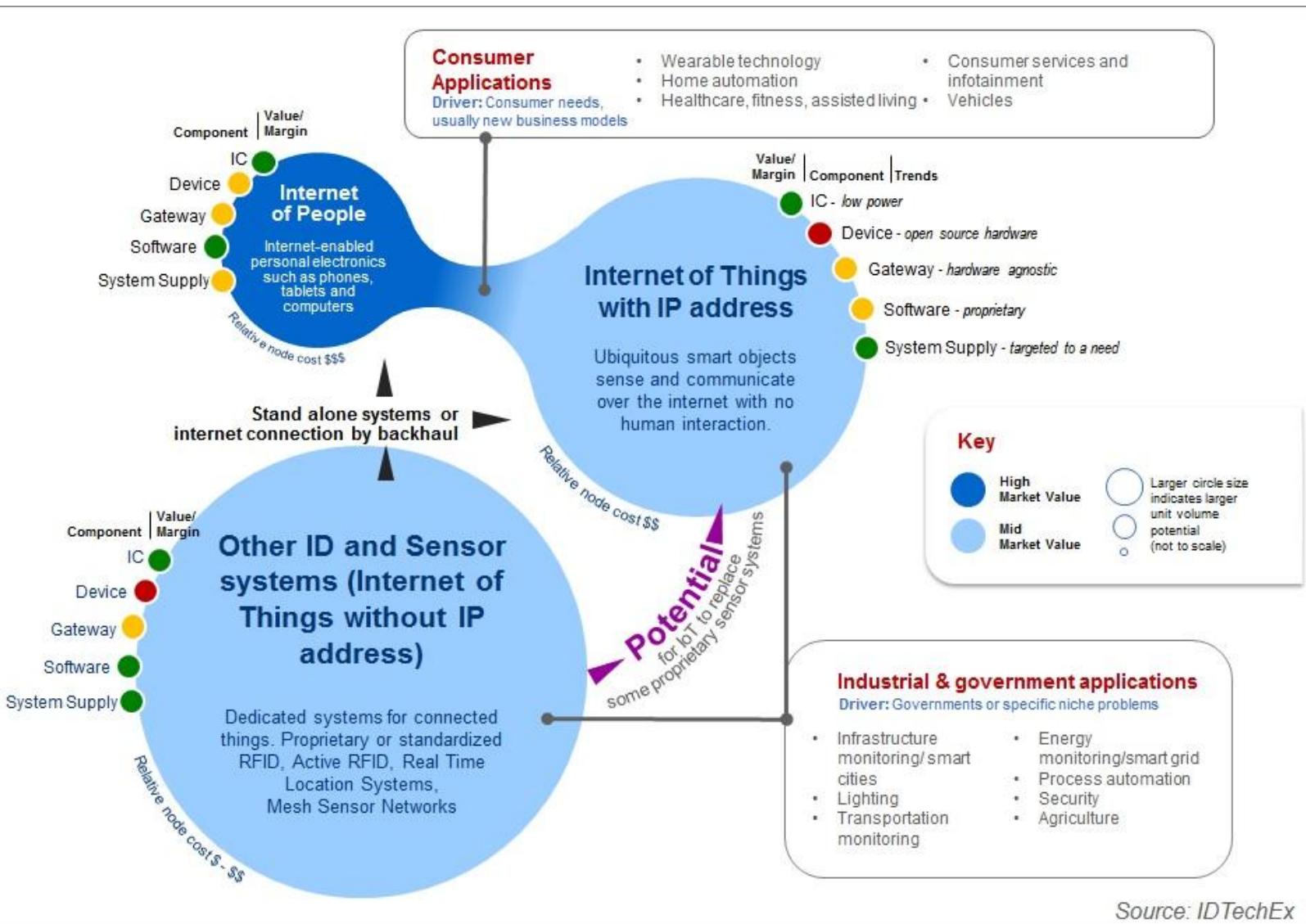
- ▶ **Introducción: Future Internet**
- ▶ **Internet of Things**
- ▶ **El borde de Internet y más allá**
- ▶ **IoT y Big Data**
- ▶ **Conclusión**

Motivación

- Estamos inmersos en una Revolución tecnológica que está promoviendo una Investigación multidisciplinar
 - ▶ Robótica
 - ▶ Biología
 - ▶ Informática
 - ▶ Física
 - ▶ Química
 - ▶ Psicología
 - ▶ Legal
- IoT es un nuevo paradigma
 - ▶ Extensión de conectividad y red a todo dispositivos (sensores, RFIDs, etc.)
- Objetivo de esta sesión
 - ▶ Proporcionar una visión general de las tendencias de Future Internet y las posibilidades que traerá en el ámbito de la Investigación.

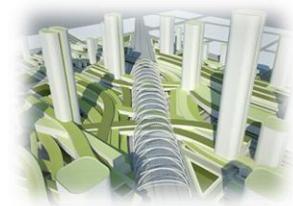
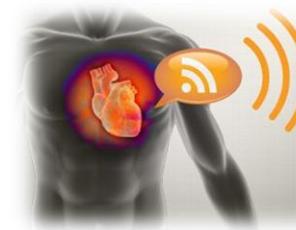


Internet of Things

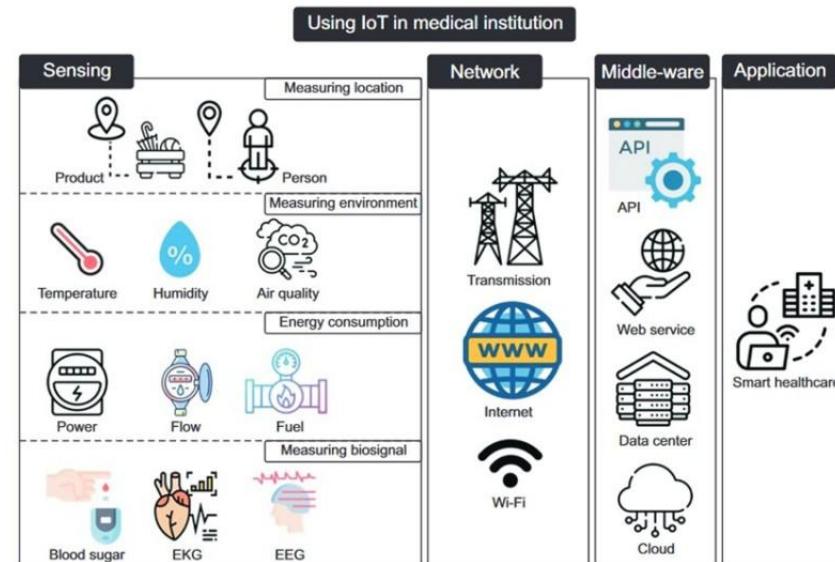
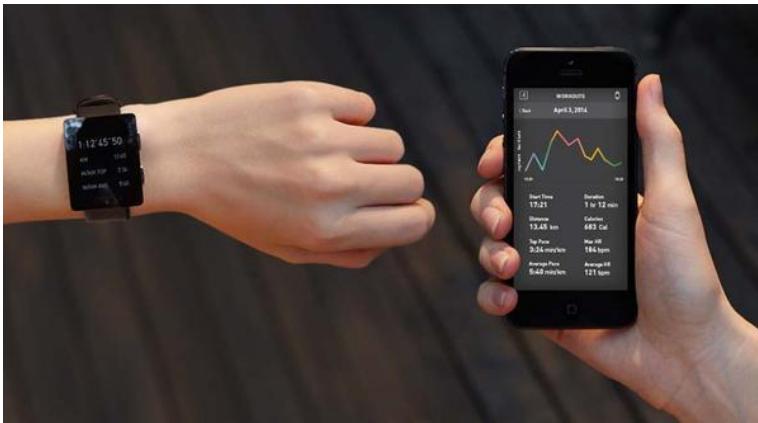


Future Internet - retos

- Industria de la salud
 - Envejecimiento, vida asistida.
 - Seguimiento de la salud en tiempo real
 - Cirugía robótica [autonómica]
- Gobierno y ciudad
 - Optimización de la operaciones incluyendo el consumo de energía.
 - Emisiones, residuos y otros temas ecológicos.
- Industria automotriz
 - Fabricantes de automóviles, seguridad, etc.
- Vida inteligente



Pervasivos



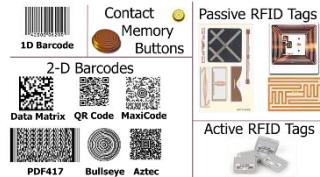
Billions of Things are Already Connected to the IoT!



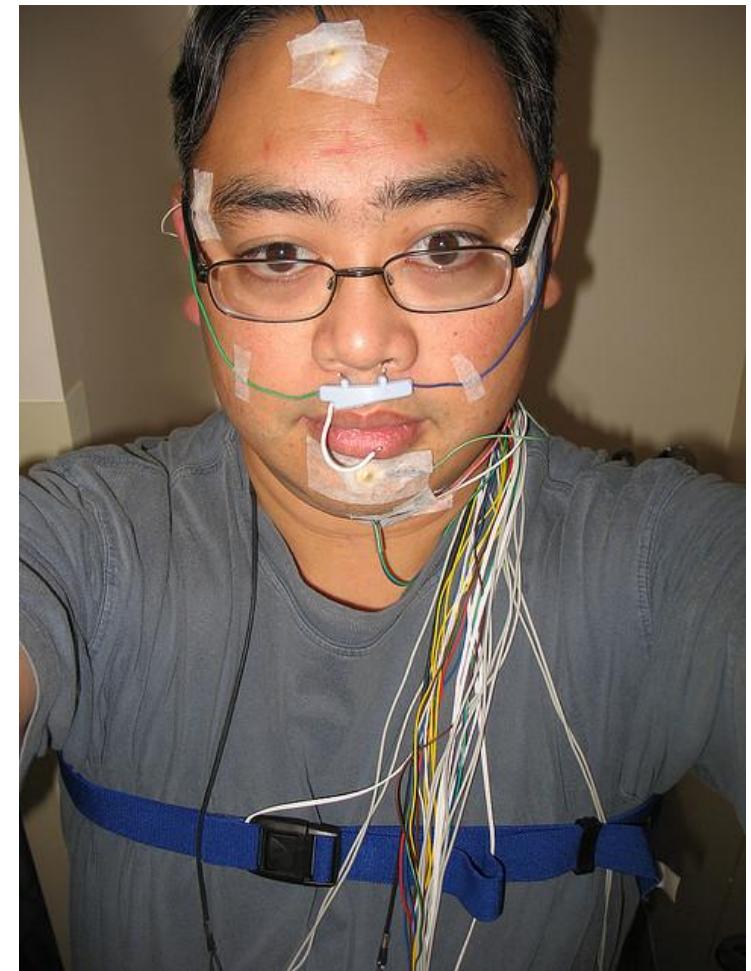
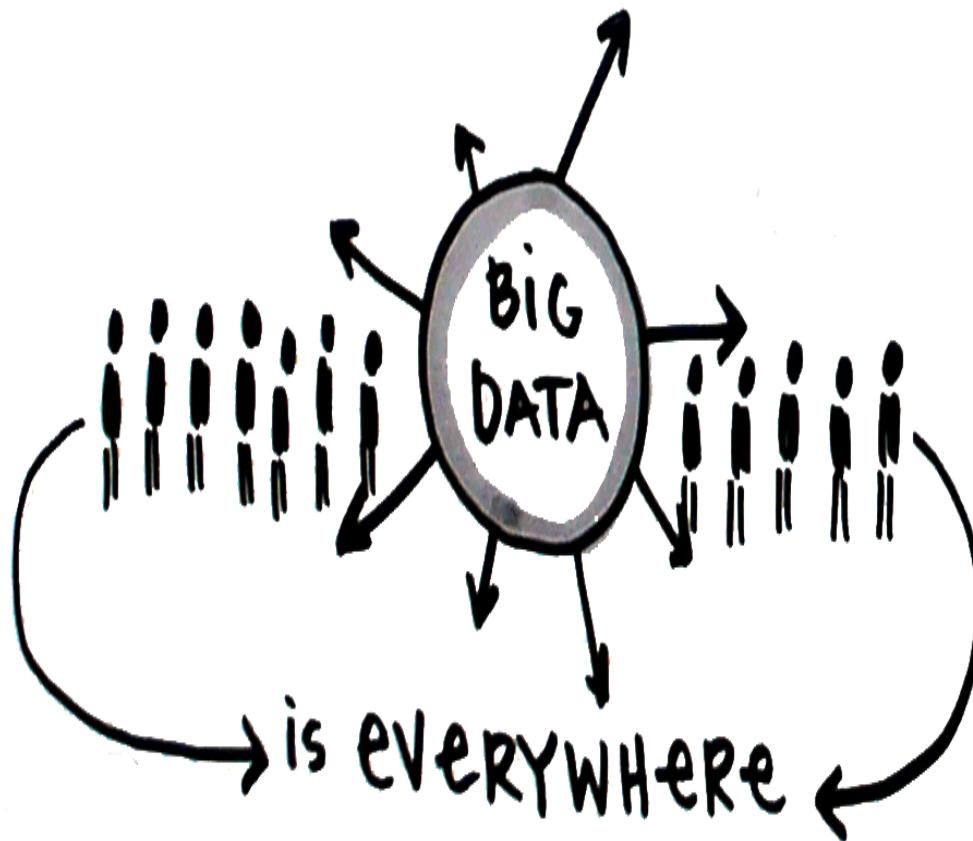
Connected by



Connected by



Sensores por todas partes



Future Internet

- ▶ Future Internet contará con **dispositivos inteligentes heterogéneos** omnipresentes, que se comunican de forma **inalámbrica** a través de redes híbridas y ad hoc de dispositivos, sensores y actuadores, que trabajan en sinergia para **mejorar** la calidad de **nuestras vidas**, optimizando el consumo de energía y reduciendo constantemente el impacto ecológico de la humanidad.

A Future Internet vision

Energy management in home/building environment

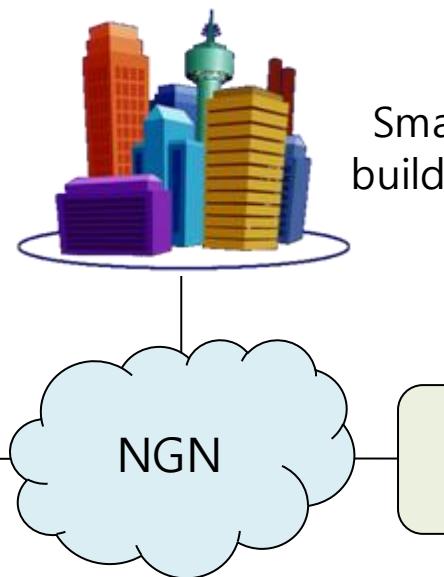


Smart home

Objects in a home/building (fixed smart environment)

- Energy saving system (ESS)
- Smart Meter /Home automation controller
- Home appliances/ storage/
- Communication equipments
- Surveillance cameras/ Personal devices

Smart building



Energy saving using intelligent transport system



networked vehicle

Objects in a vehicle (mobile smart environment)

- Passenger devices: mobile phone, PDA, etc
- OEM devices: vehicle dedicated devices for safety, maintenance, power/fleet management, etc
- Vehicle equipped devices: navigation, monitor, etc
- Asset: moving products

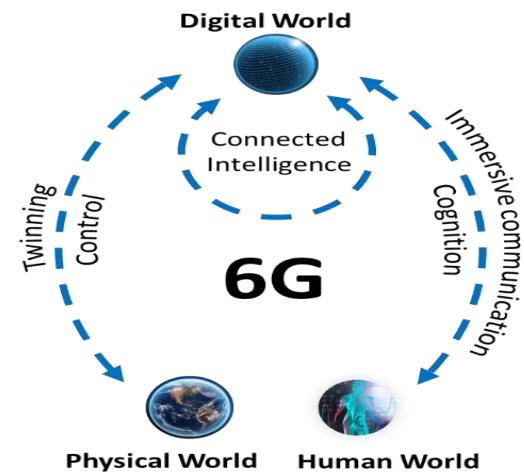
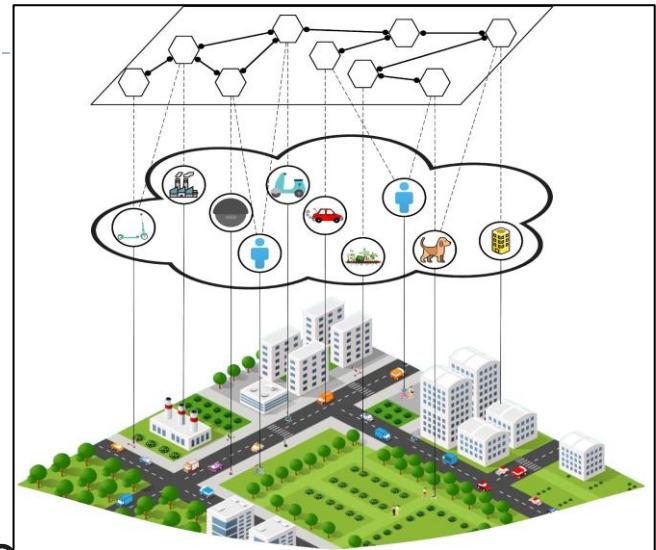
Caso de estudio



<https://www.youtube.com/watch?v=d55rBuB9D7s>

Grandes áreas de la transformación digital

- ▶ La transformación digital es la integración de las tecnologías digitales en las empresas y su impacto en la sociedad.
- ▶ Las plataformas digitales, el Internet de las Cosas, las nubes informáticas y la inteligencia artificial
- ▶ Sectores como transporte, energía, sistema agroalimentario, telecomunicaciones, servicios financieros, producción industrial, sanidad, así como a la vida cotidiana de los ciudadanos.



Digitalización

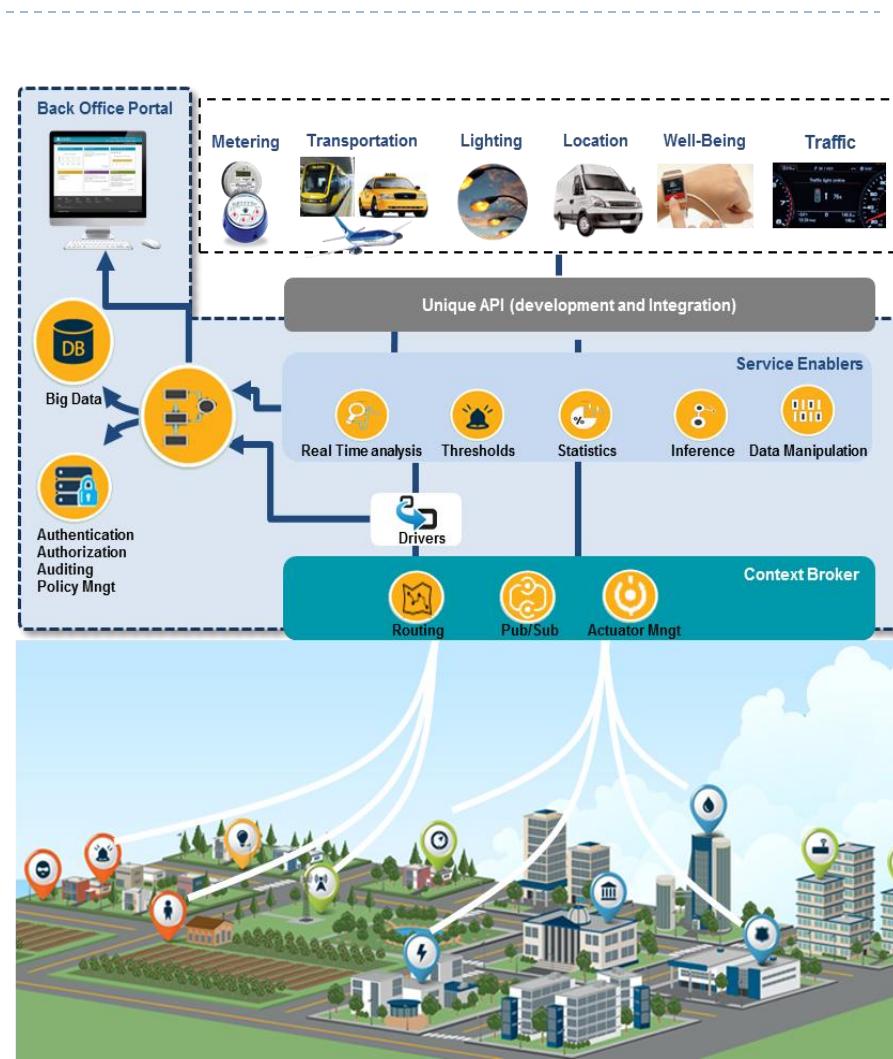
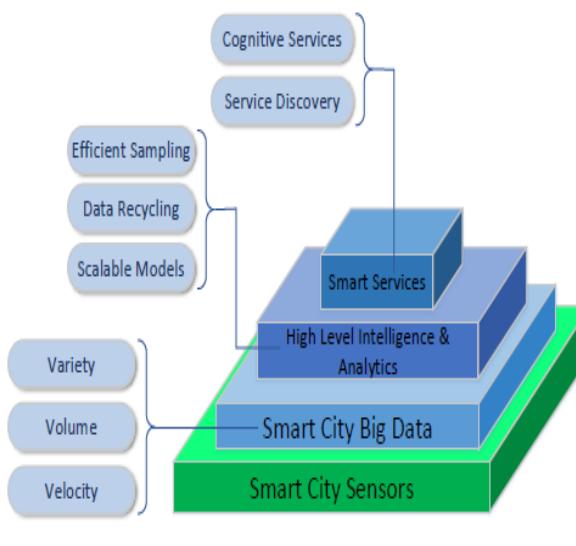
- ▶ Digitalización basadas en sensorizar y toma de decisión
- ▶ Modelado y predicción para prevenir y planificar
- ▶ Información puntual y detallada



En internet nadie sabe que eres una bombilla

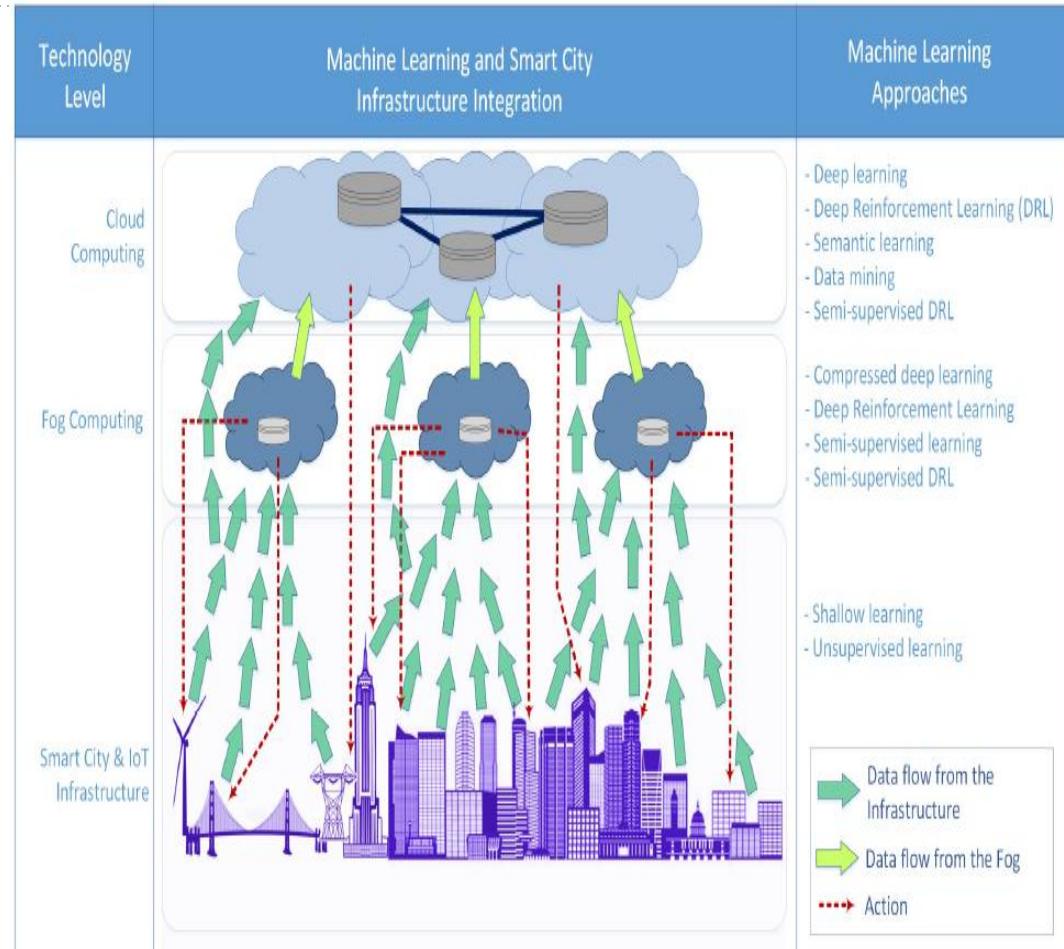
Integración de Datos

- IA puede contribuir al desarrollo sostenible ayudando a predecir errores y a planificar
- Sistemas hiperconectados y múltiples fuentes
- Necesidad de integrar y de procesar
- Inteligencia distribuida y a diferentes niveles



Sostenibilidad

- ▶ Potenciar la eficiencia de las energías renovables
- ▶ Mejorar gestión energética
- ▶ Gestión del tráfico: predecir atascos y ofrecer rutas alternativas.
- ▶ Predecir las necesidades de recursos y adelantarnos a las necesidades
- ▶ facilitar una economía circular y construir espacios y entornos inteligentes



Sostenibilidad y Digitalización

Nuevas posibilidades debido a:

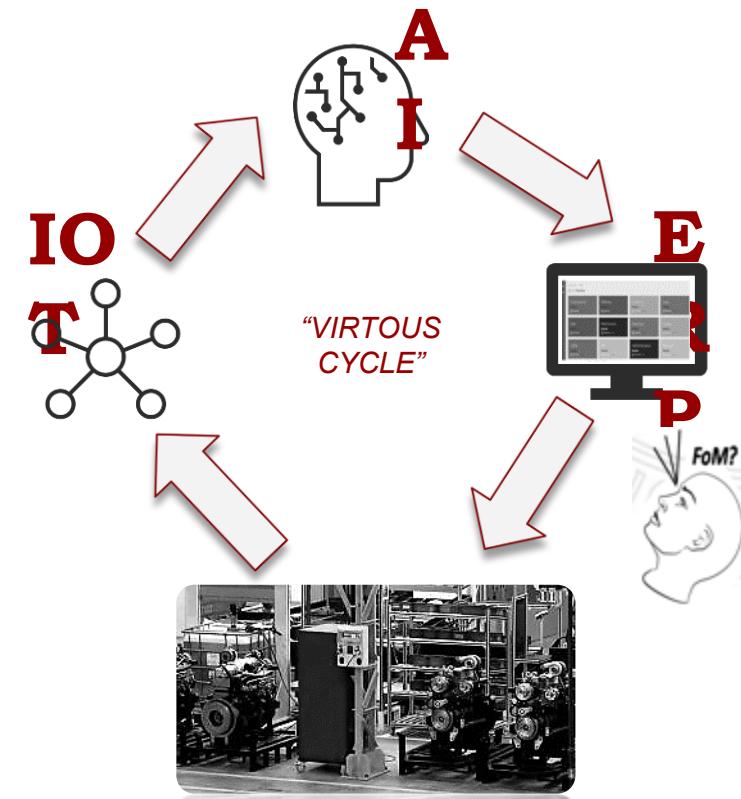
La **digitalización** de las infraestructuras

5G para la interconexión y los IoT

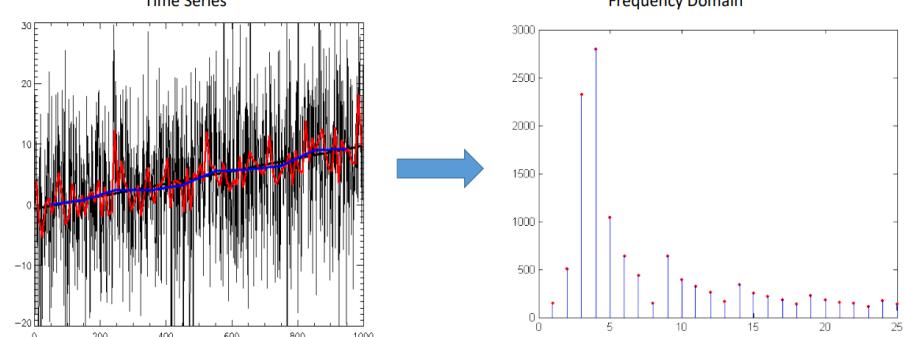
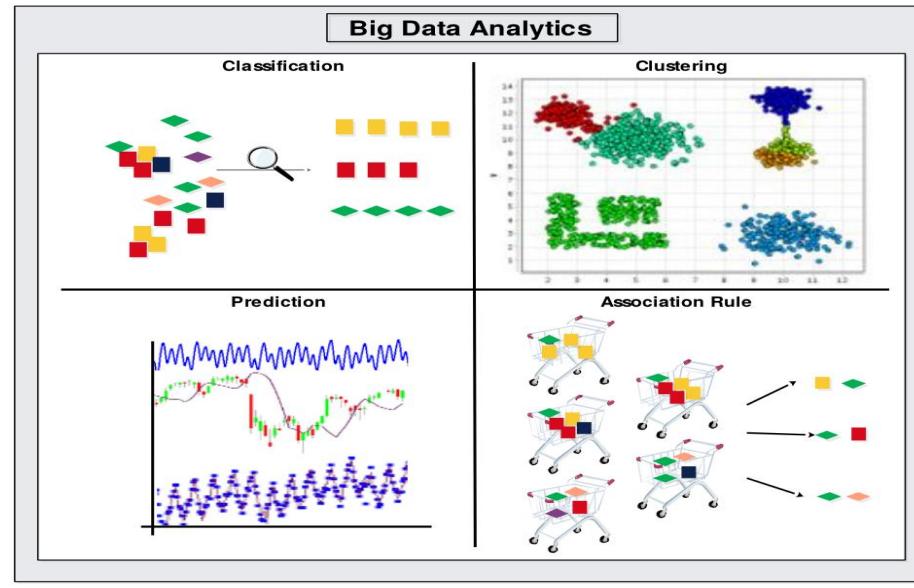
Computación en el **Edge**

IA para los procesos

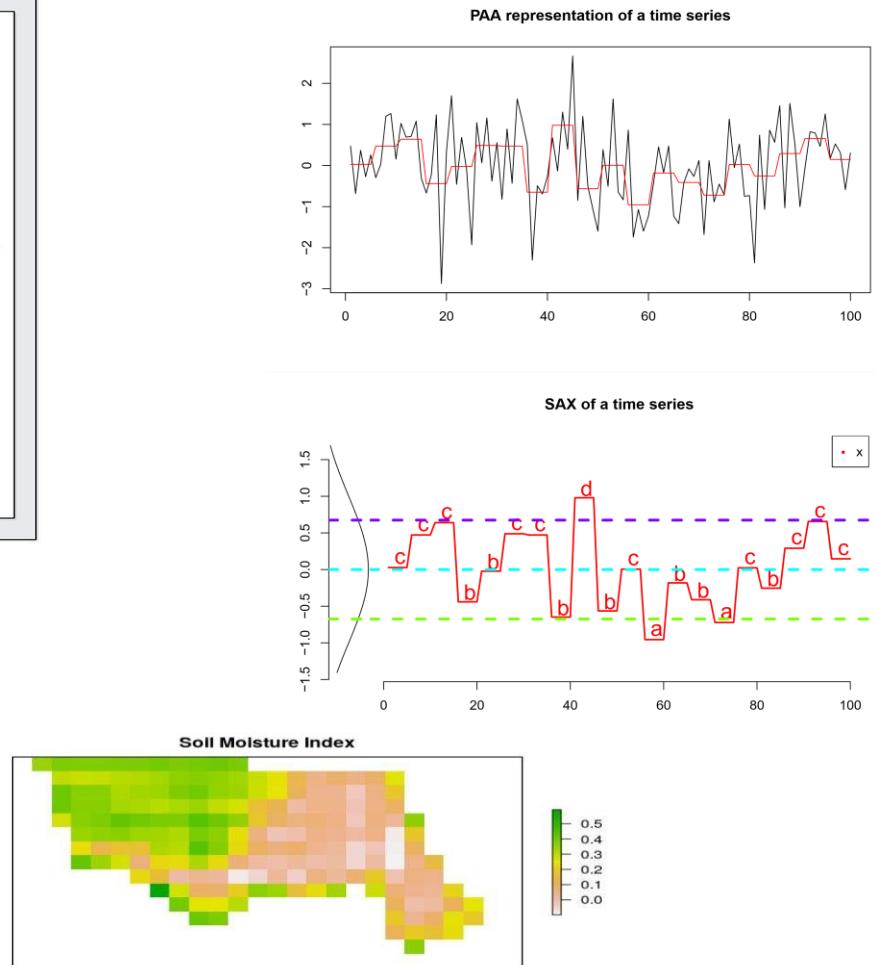
Integración con los back-office mediante **RPA**



Algoritmos Big Data



Ejemplos: Fast Fourier Transform (FFT) Y Symbolic Aggregate Approximation (SAX)

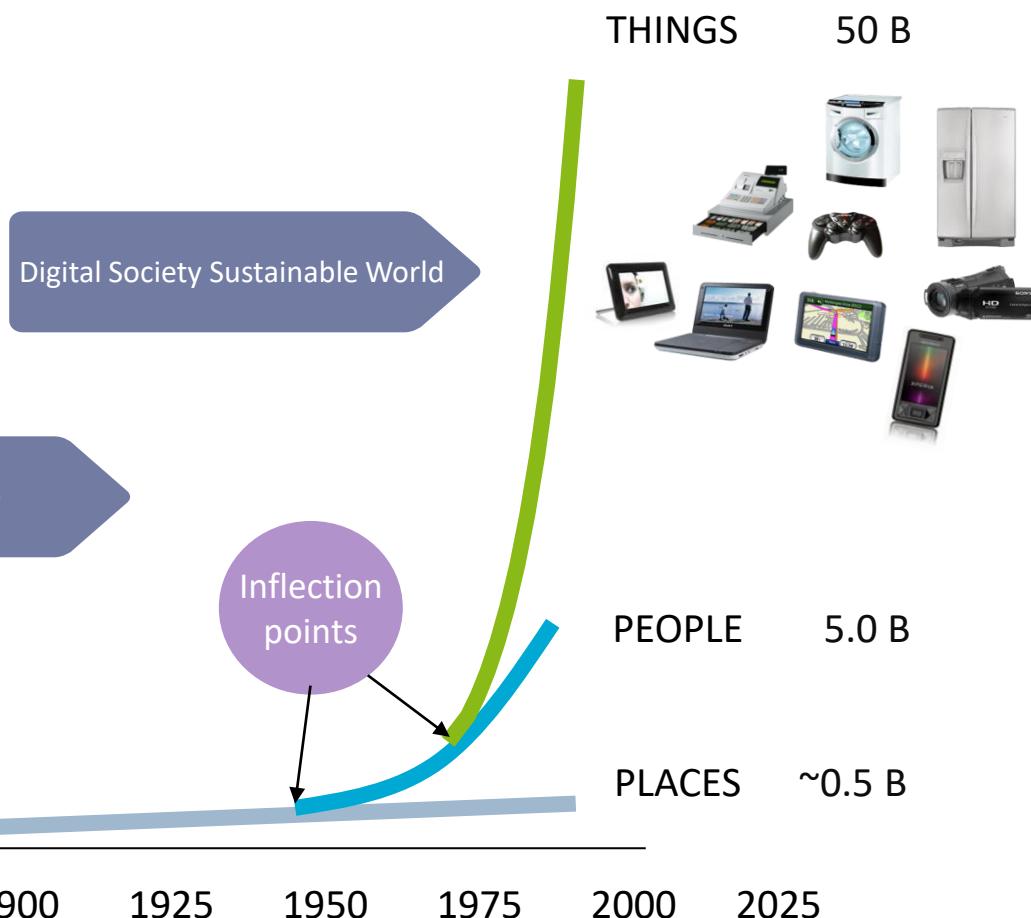
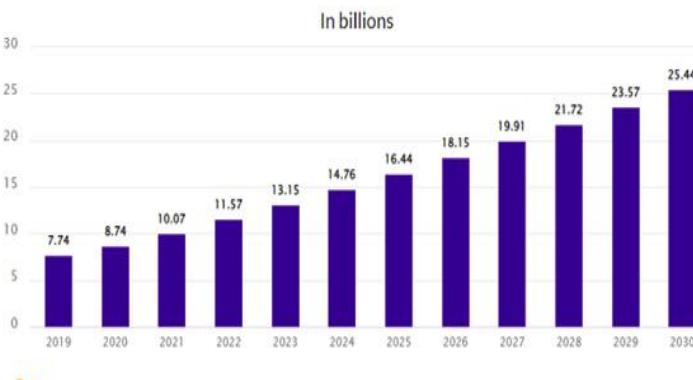


Contenidos

- ▶ **Introducción: Future Internet**
- ▶ **Internet of Things**
- ▶ **El borde de Internet y más allá**
- ▶ **IoT y Big Data**
- ▶ **Conclusión**

Internet of Things (IoT)

Number of IoT-connected devices worldwide, 2019 to 2030



IoT originalmente basado en RFID

- **El Internet de las cosas** es un concepto originalmente acuñado y presentado por MIT, Auto-ID Center e estrechamente vinculado al RFID y al código de producto electrónico.
- "El Internet de las cosas" fue acuñado por Kevin Ashton en una presentación en 1999.
- IoT originalmente era principalmente sobre RFID
 - Etiquetando a nivel global

Future Internet = IoT

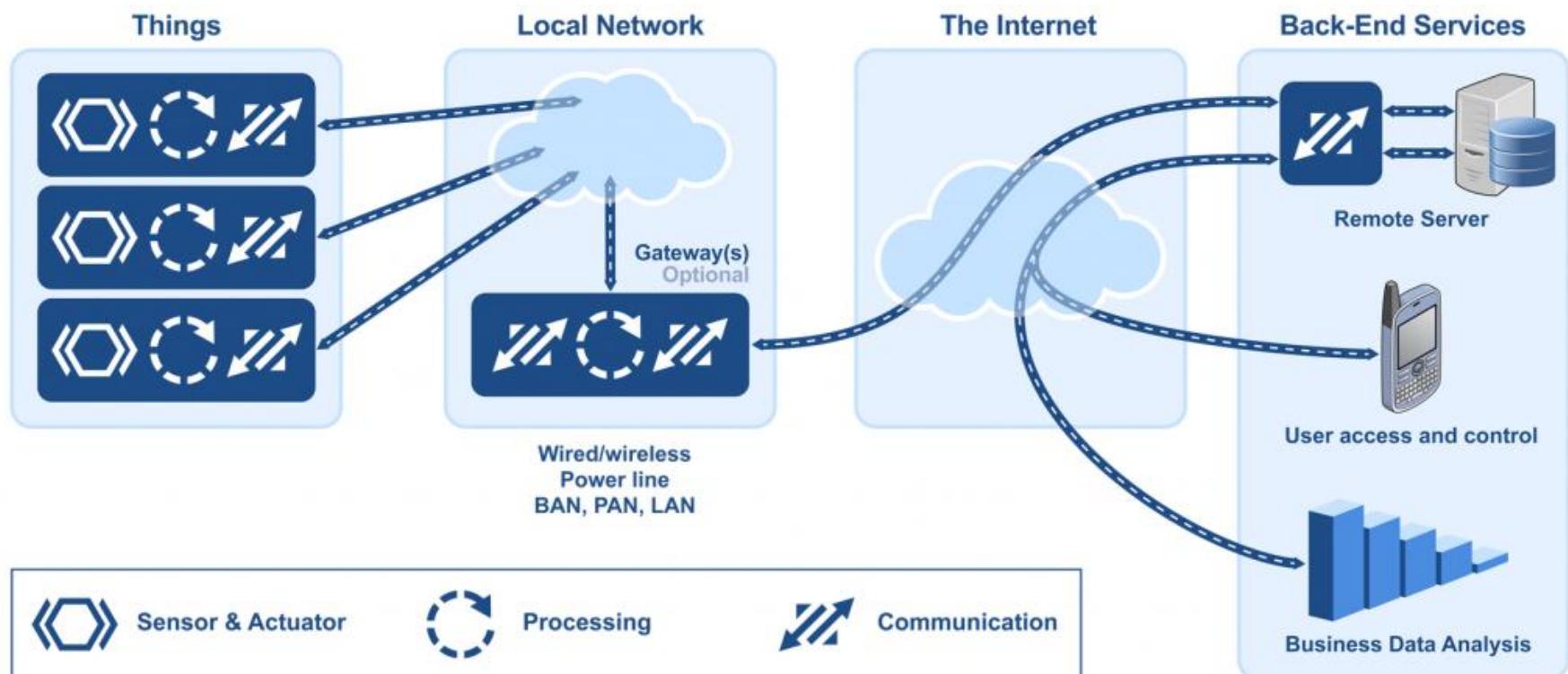
- IoT consiste en conjuntos de **dispositivos heterogéneos** y estrategias de **comunicación heterogéneas** entre los dispositivos.
- Un sistema heterogéneo debería evolucionar hacia un conjunto de soluciones más **estructurado**
- IoT proporciona un **conjunto de soluciones** en diferentes niveles e instancias en las que las cosas (por ejemplo, objetos cotidianos, ubicaciones, vehículos, medidores, etc.) se extienden con **sensores, RFID, actuadores o procesadores**, que se pueden descubrir y habilitar para Comunicarse entre sí, y estar estrechamente integrados con la infraestructura y los servicios del Internet del futuro.



IoT como paradigma de comunicaciones

- Por lo tanto, uno de los desafíos clave para la investigación y el desarrollo de IoT es realizar **esta red backbone que soporta los diferentes escenarios de implementación** (verticales) y cumple con los requisitos funcionales y no funcionales.
- La naturaleza del entorno de **IoT requiere protocolos**, diseños de red y arquitecturas de servicio que puedan hacer frente a miles de **millones** de entidades de IoT, y conecta a los proveedores de datos con los consumidores.

IoT



Dispositivos IoT

Este dispositivo está incrustado en objetos.
(para que sean "inteligentes" y conectados)

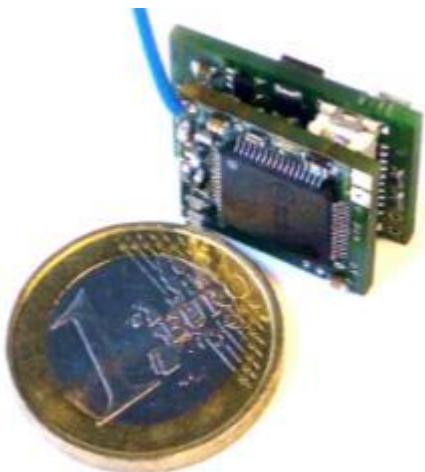
Una computadora pequeña que puede contener:

Sensores &
Actuadores
(GPIO)

Dispositivo de
comunicación
(Transceiver)

CPU + Memory
(Data: 10KB/Code: 100KB)

Fuente de alimentación
Batería o panel solar

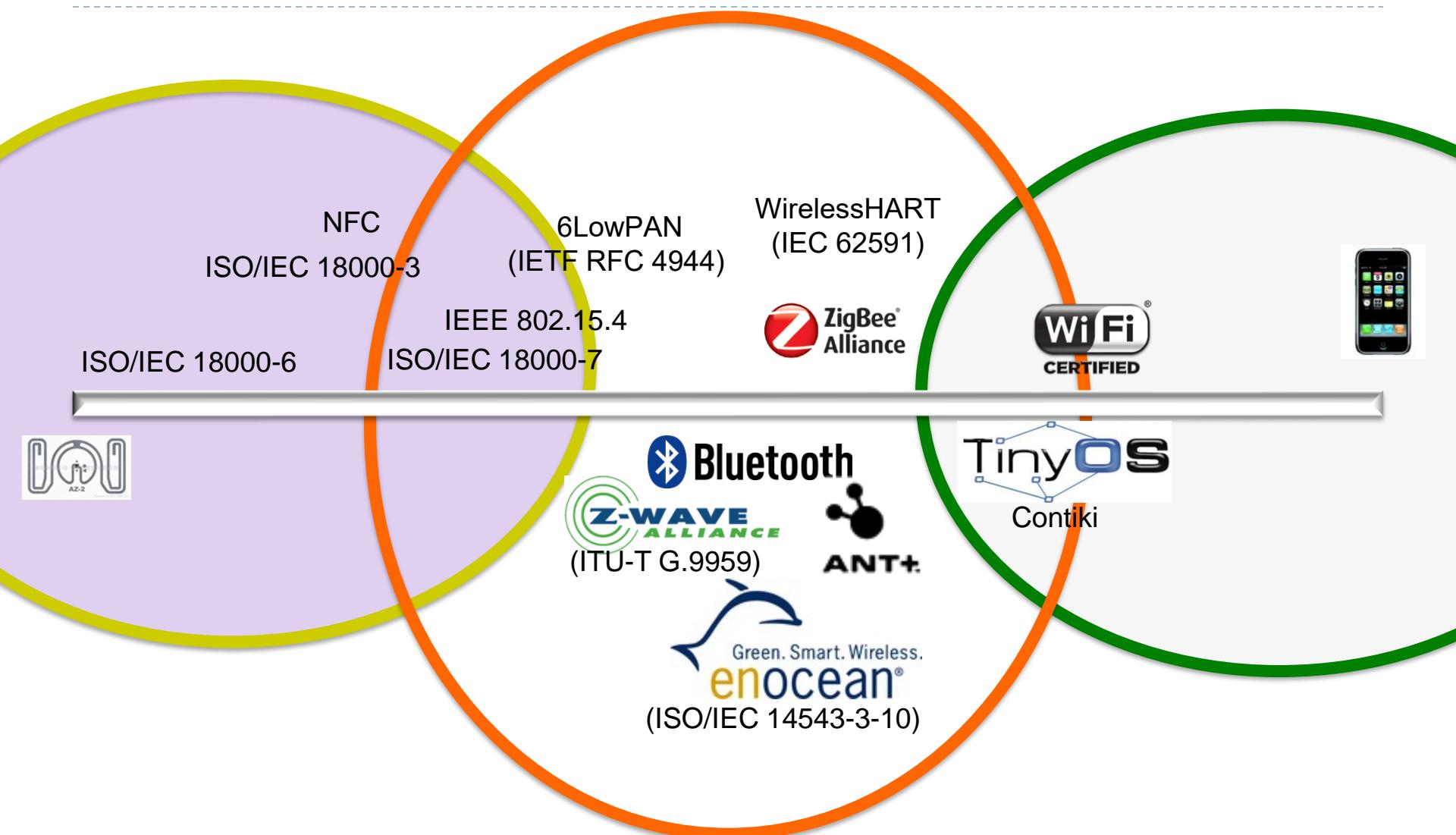


Redes Inalámbricas: la tecnología habilitadora

Multitud de Tecnologías Radio de acceso



IoT Last Mile Technology Standards



Eje y Fog vs Nube

La hegemonía de la nube está llegando a su fin.



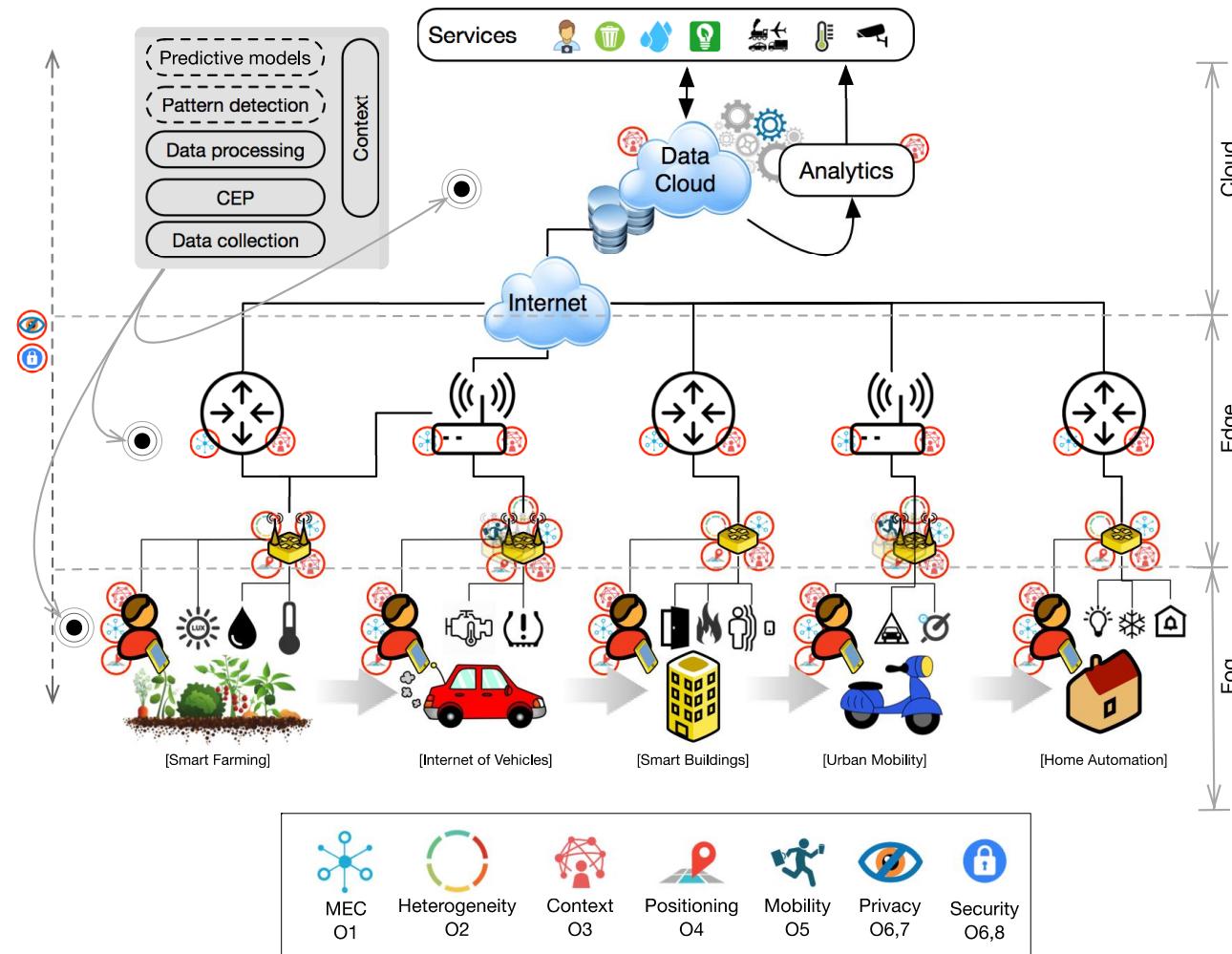
La proliferación del IoT es una de las razones por las cuales el análisis está migrando desde lo centralizado (nube) hasta los ejes de las redes y los aparatos inteligentes.

Las técnicas analíticas que son apropiadas a nivel de sensor suelen venir definidas como aquellas para:

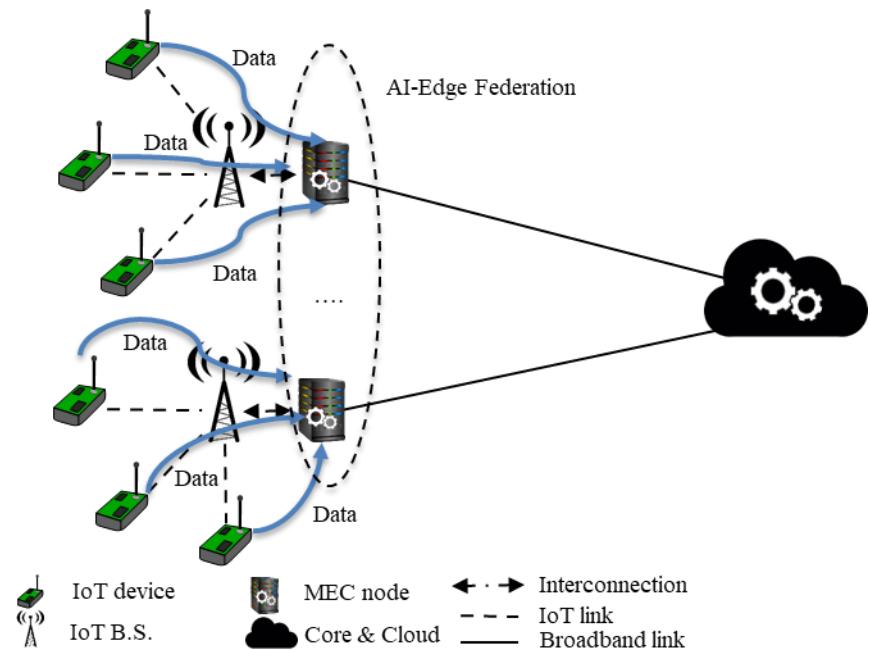
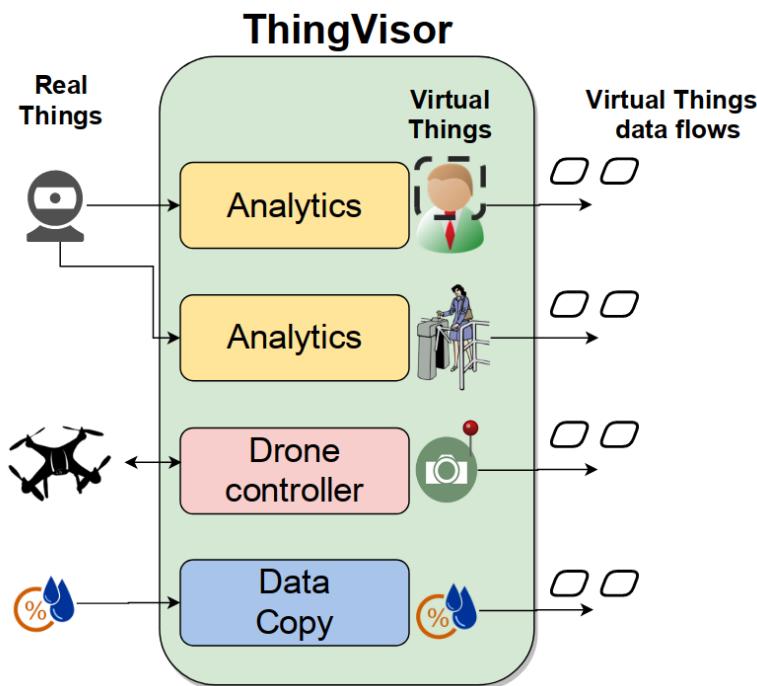
- ▶ Constrained-resource o recursos restringidos
- ▶ Not compute-intensive o no exigentes computacionalmente

Fuente: <https://www.economist.com/business/2018/01/18/the-era-of-the-clouds-total-dominance-is-drawing-to-a-close>

Paradigma de computación distribuida

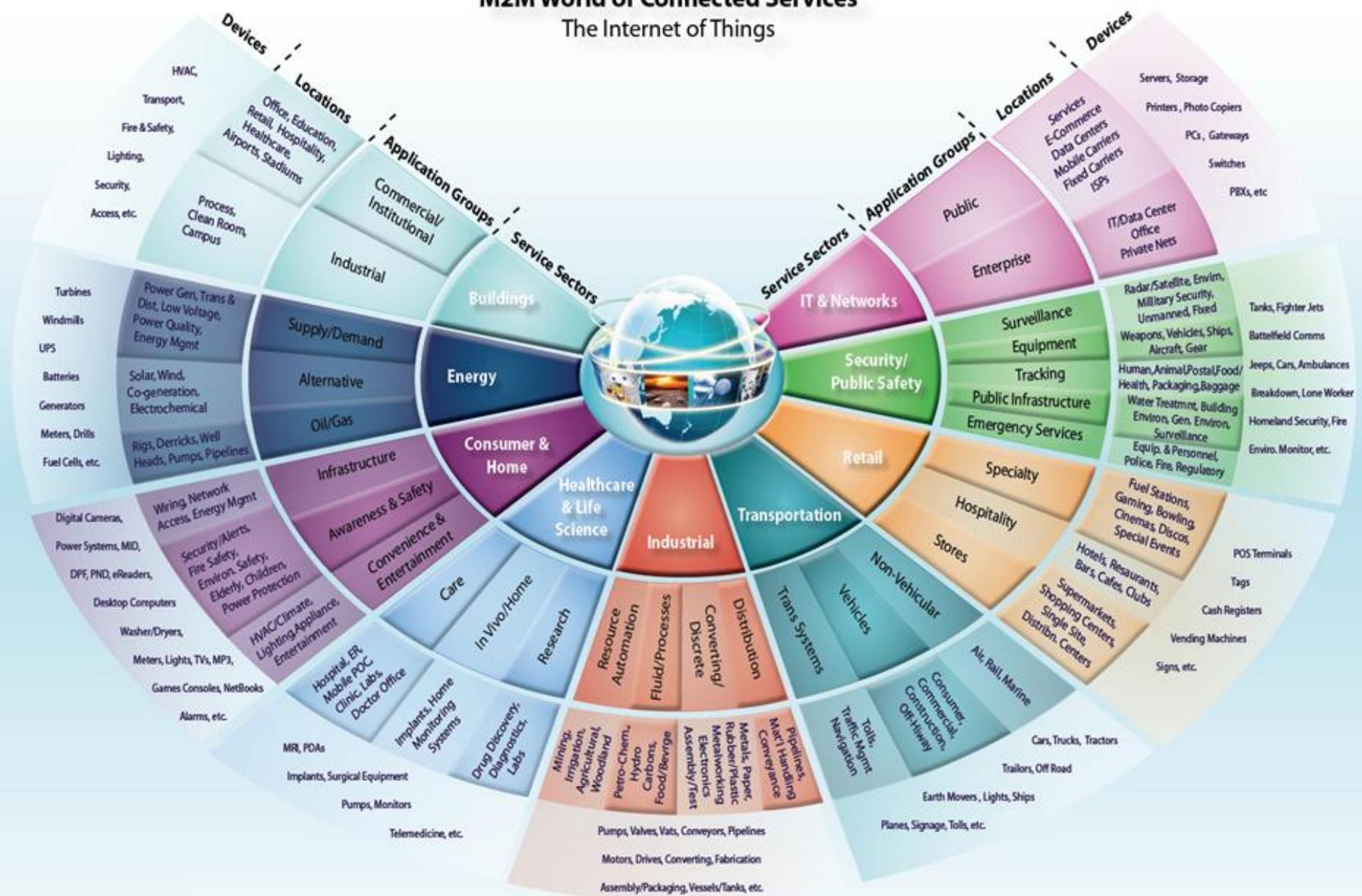


Capacidad de procesamiento local

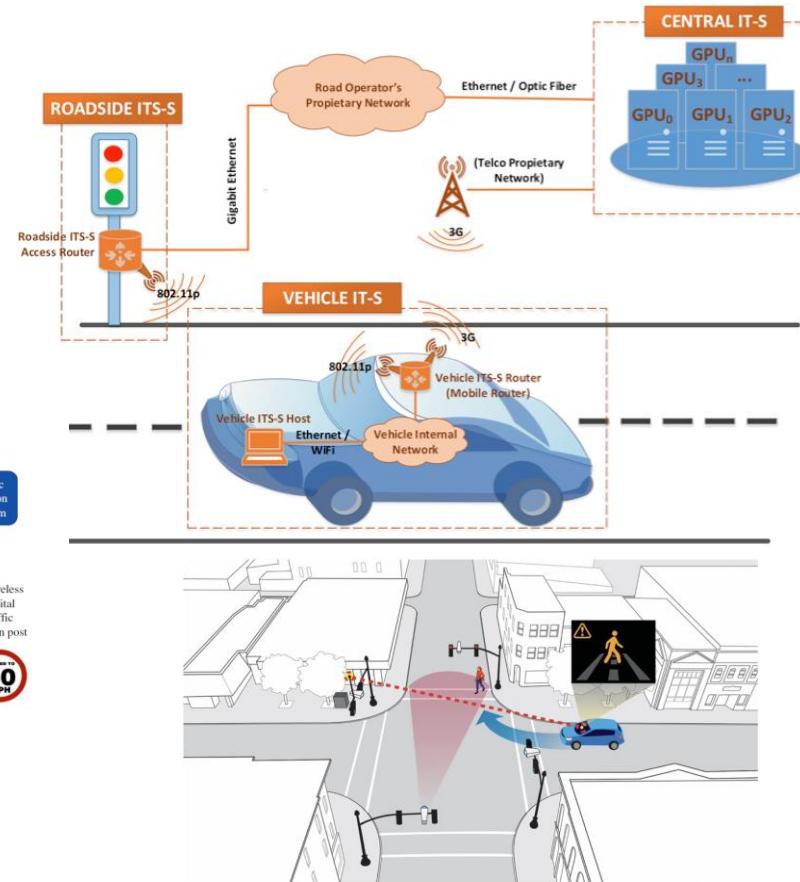
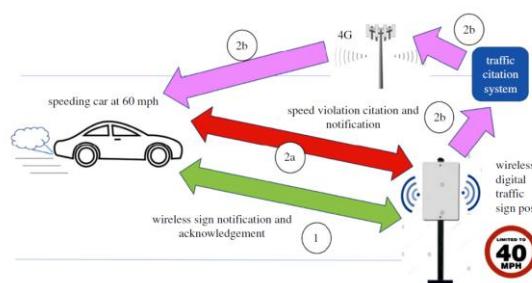


M2M World of Connected Services

The Internet of Things



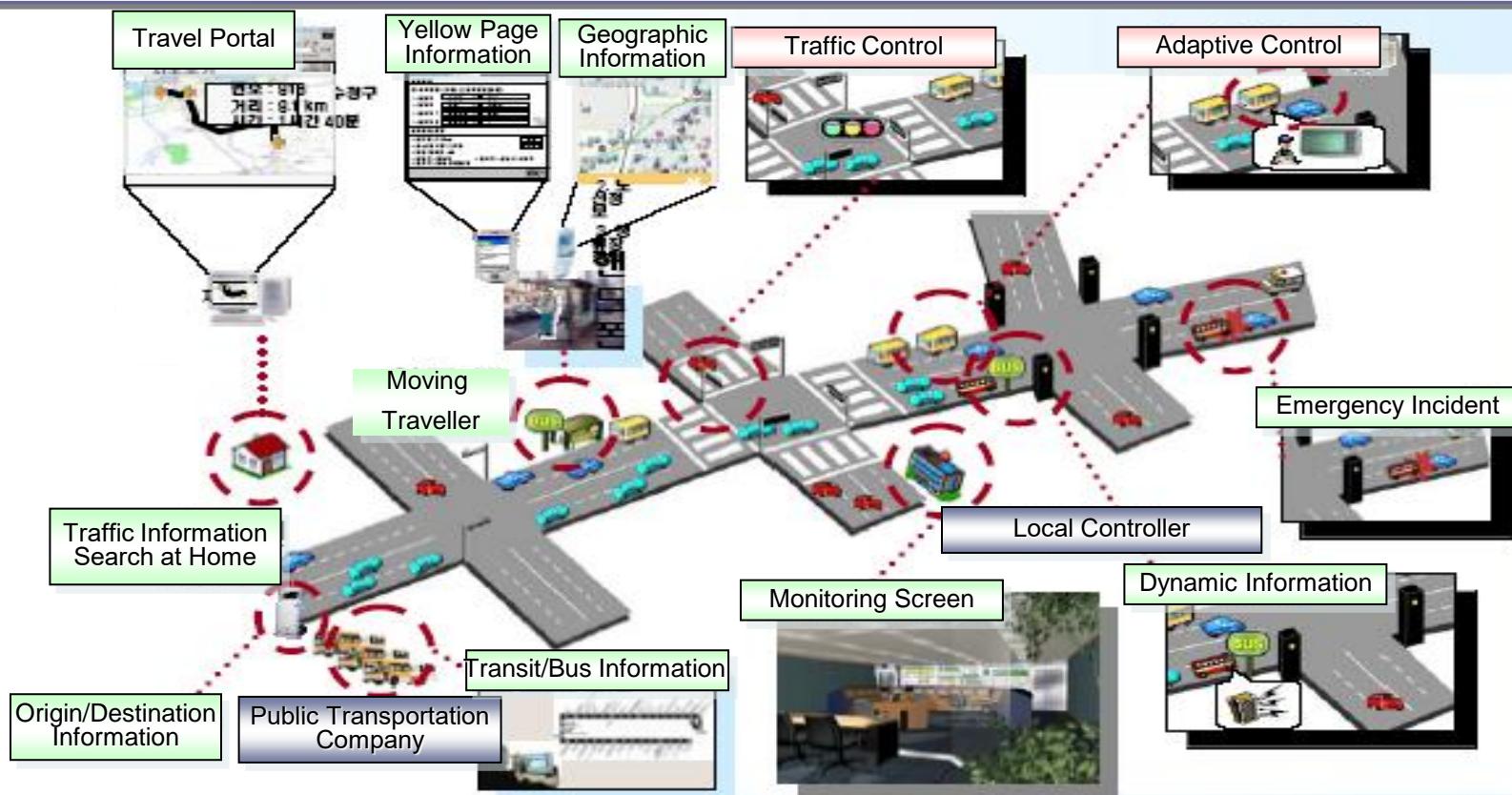
Sistemas Inteligentes de Transporte

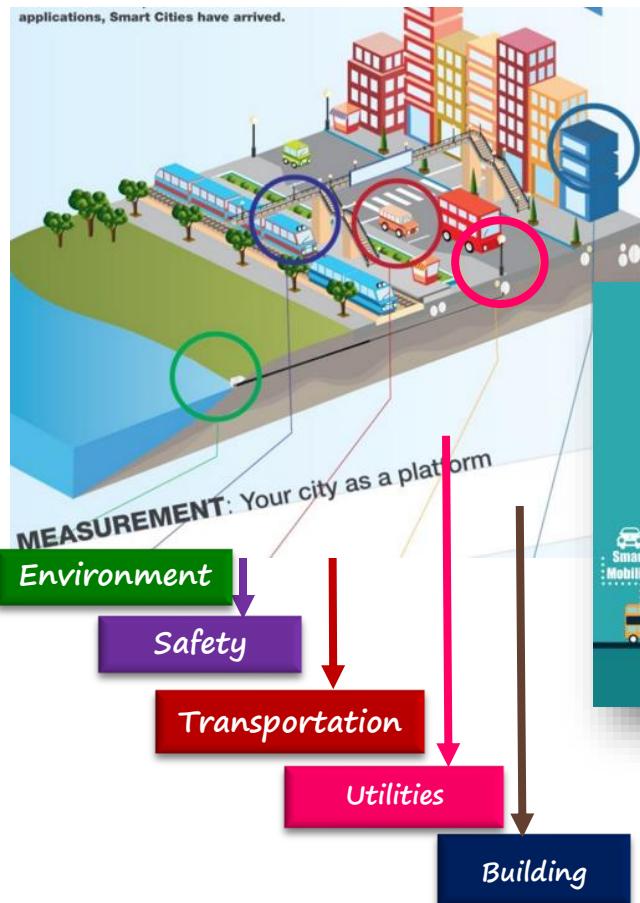


Caso de Uso

ITS

- Proporcionar servicios de manera eficiente para resolver diversos problemas de tráfico utilizando tecnologías ubicuas en la carretera.
como el sistema de información de tráfico en tiempo real, el sistema de gestión de tráfico, el sistema electrónico de cobro de peajes, etc.

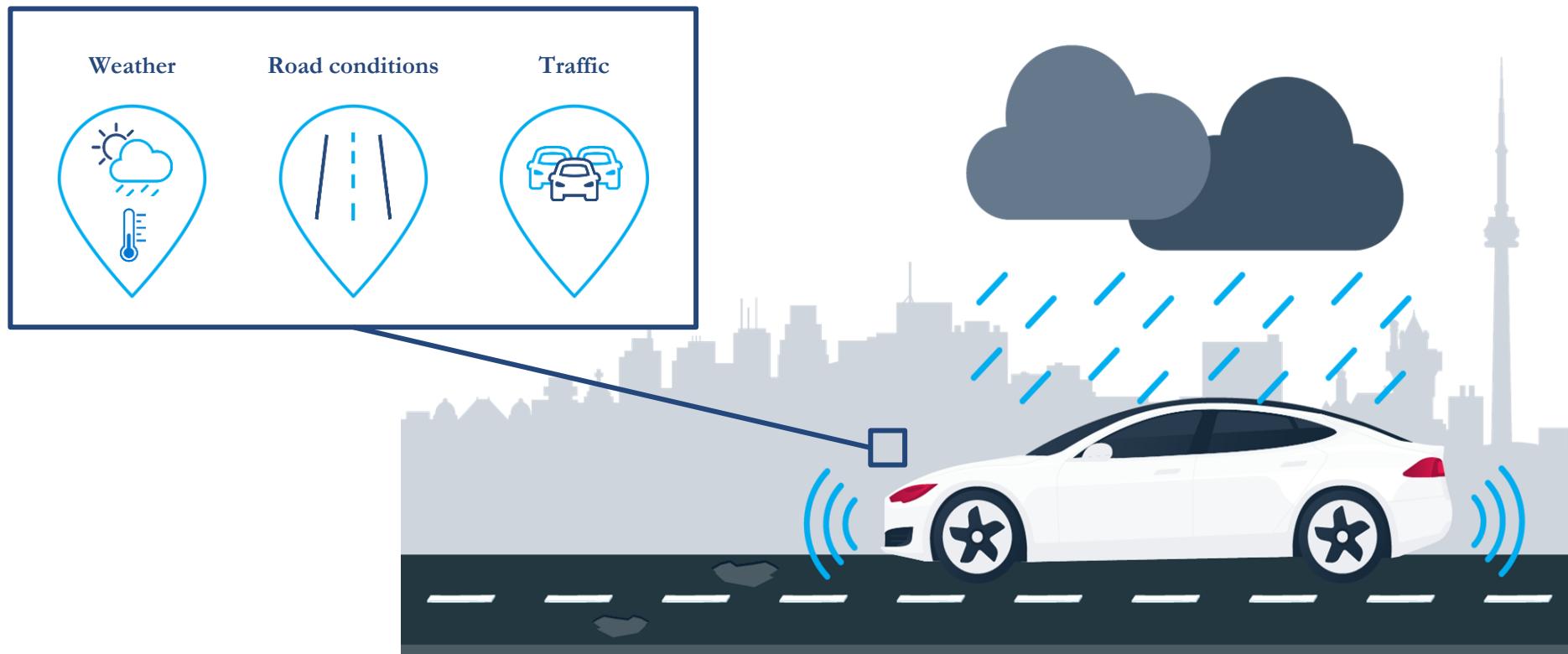




Eficiencia y Calidad de vida integral

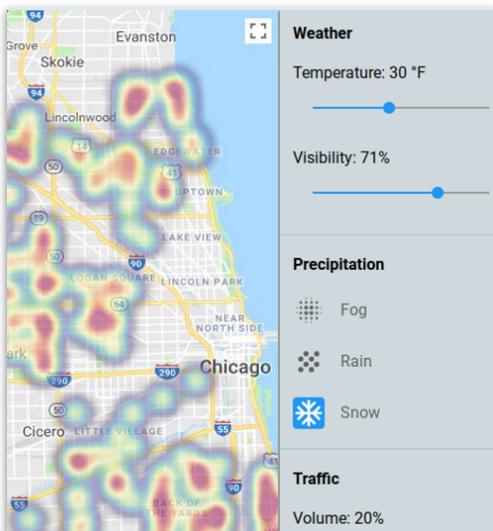


Recolectar datos de los coches



Sensor Data + GIS + AI = Smarter Cities

Predict Dangerous Driving Locations due to Weather



Hyper Local Weather Down to 150m



Analyse Vehicle Movement and Traffic Patterns



Caso de Estudio

► Internet of Vehicles



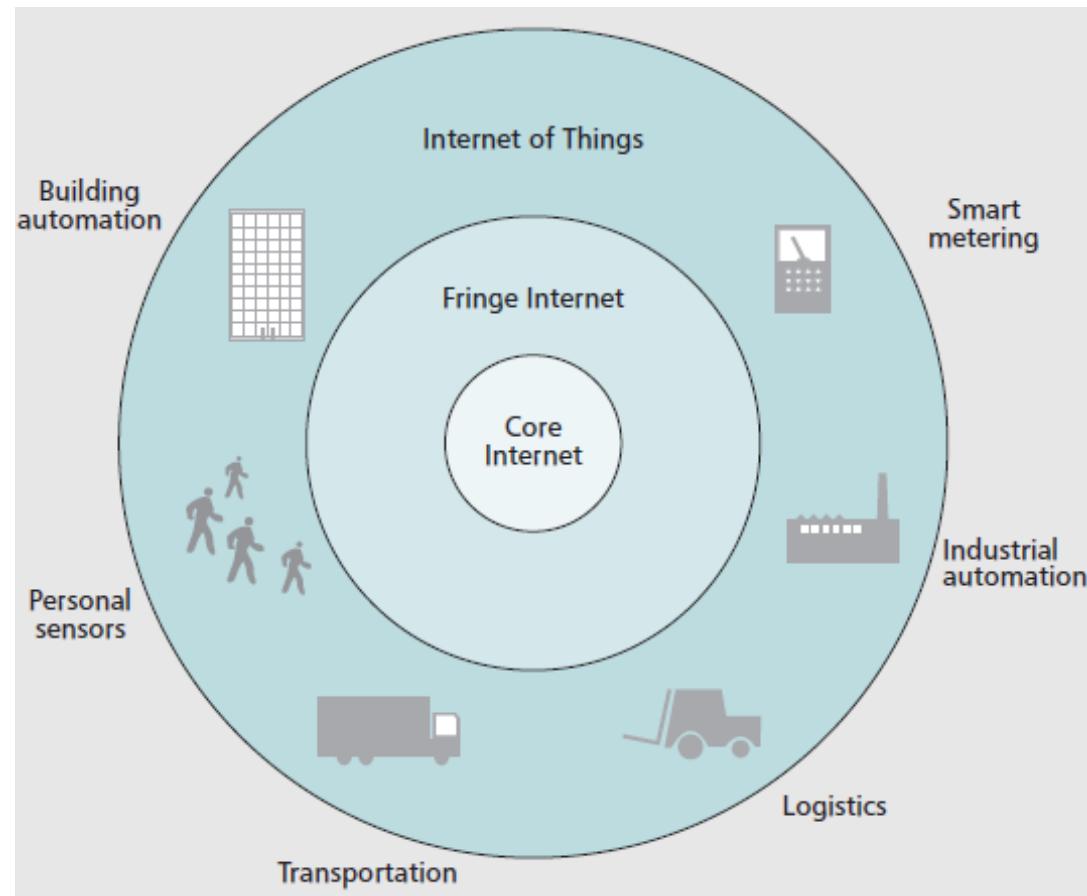
<https://www.youtube.com/watch?v=D5BXm1HXk3Y>

Contenidos

- ▶ **Introducción: Future Internet**
- ▶ **Internet of Things**
- ▶ **El borde de Internet y más allá**
- ▶ **IoT y Big Data**
- ▶ **Conclusión**

IoT onion model

- ▶ Internet de las Cosas
 - ▶ Un tercer anillo de la internet actual.
- ▶ Core: Núcleo estable
 - ▶ Enrutadores, servidores
- ▶ Fringe (borde): Franja de rápido crecimiento
 - ▶ Ordenadores personales, teléfonos inteligentes.
- ▶ Se necesita: Integración de tecnologías inalámbrica y por cable de baja potencia en la arquitectura de Internet
 - ▶ Requerido para habilitar IoT en una escala universal

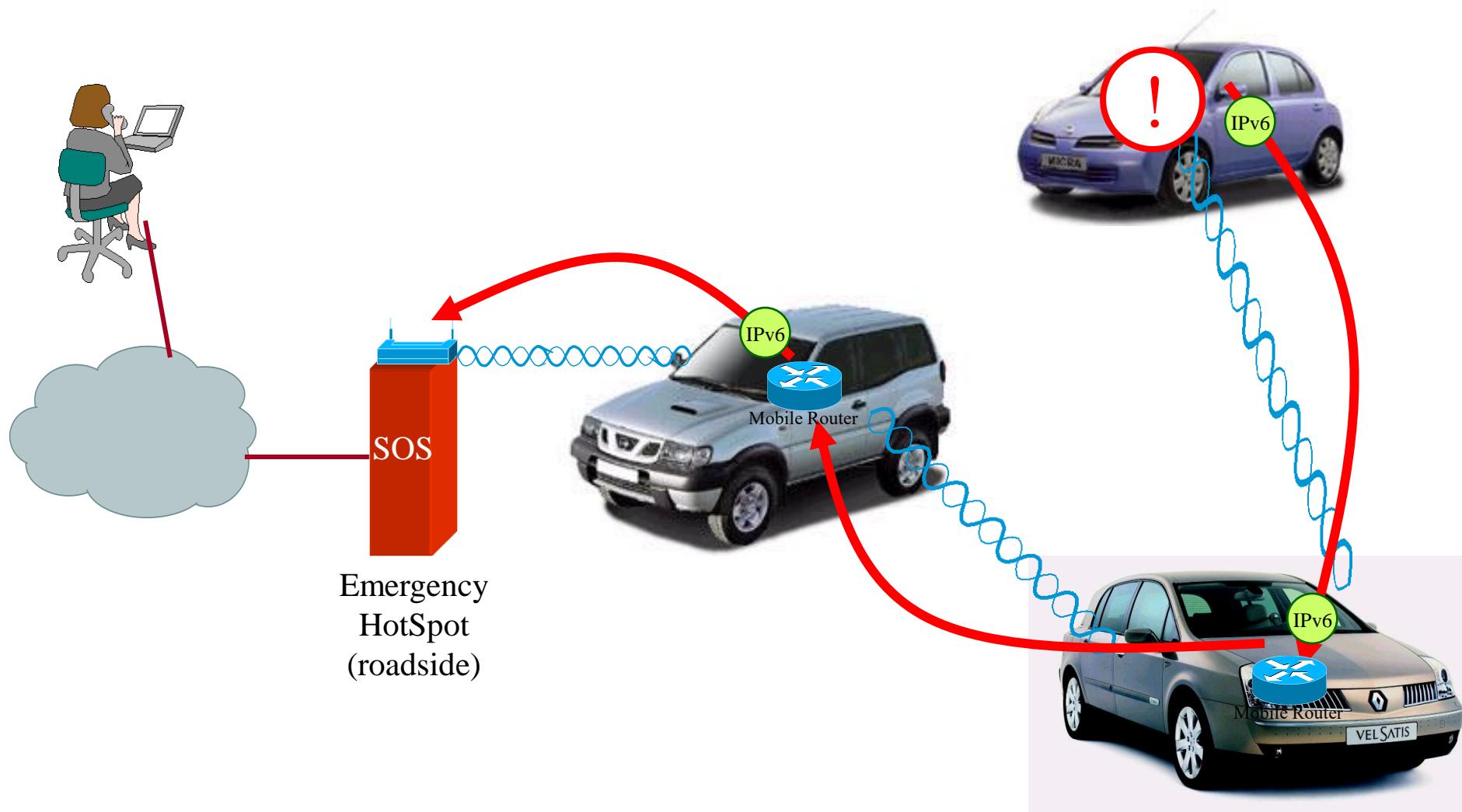


La infraestructura de enrutamiento actual



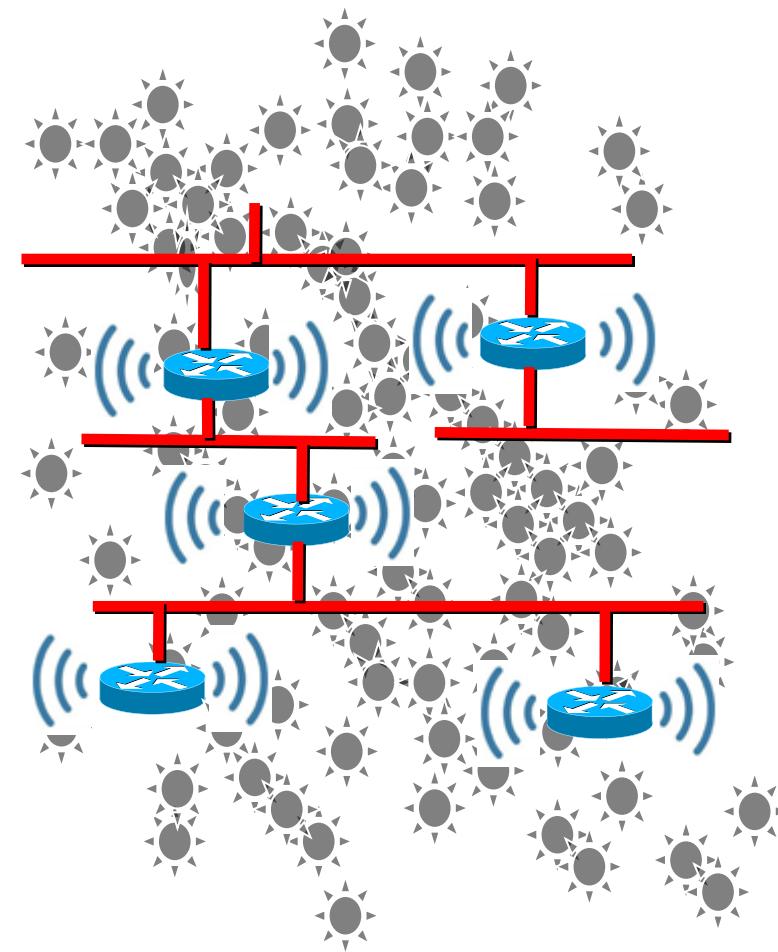
- ▶ Internet
 - ▶ Totalmente diseñado
 - ▶ Jerárquica, Agregaciones, ASs, Enlaces cableados
 - ▶ Estados totalmente distribuidos
 - ▶ Muestra ya sus limitaciones (tablas BGP, agotamiento de dirección)
 - ▶ Ha alcanzado su edad adulta
- ▶ Intranets
 - ▶ La misma estructura que Internet.
 - ▶ Sin embargo, desconectado de Internet
 - NAT, Proxies
 - ▶ Primer modelo de extensión de internet.

IoT: Nuevas interacciones y routing



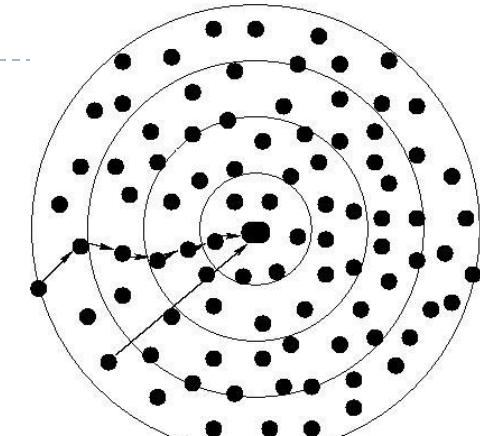
Sensor Dust (motas)

- “Sensor dust” **esparcidos** sobre un territorio
- Sensores asumen un distribución geográfica **fija arbitraria**
- Numerosos sensores con **capacidades limitadas** (batería...)
- Un número limitado de relays (MR)
- Numerosos sensores con limitados MRs ejecutan un Shortest Geopath Routing (e.g. RPL protocol)
- 2 to 3 uplinks (MR with backhaul capability)

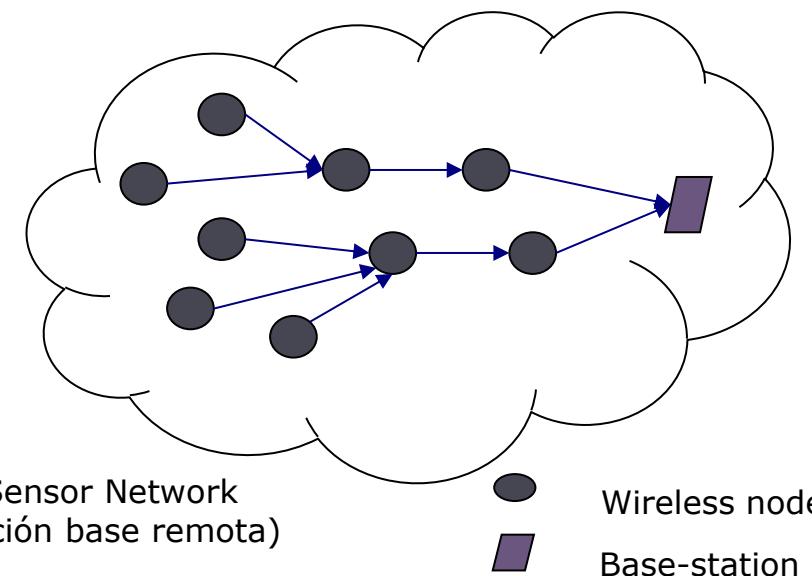


IoT Características

- ▶ Red muy **densa** (densidad espacial): ¿qué nivel de direccionamiento?
- ▶ Puede **monitorizar** "de cerca" y con una escala de tiempo muy ajustada (densidad temporal: de μ s a días)
- ▶ Posiblemente despliegue **aleatorio** debido a terreno inaccesible → necesidad de capacidades de auto-organización
- ▶ La **movilidad** es típicamente **baja**, pero la topología podría ser dinámica



Red de sensors con Estación base central



A Sensor Network
(estación base remota)

¿Por qué IP ?

- ▶ Estándares abiertos vs. Propietarios
 - ▶ Los proveedores de COTS * reducen los costos, pero
 - ▶ Fiabilidad, disponibilidad y seguridad.
- ▶ Abstracción de IP vs. MAC / App
 - ▶ 802.11, 802.15.4 (e), Sat, 3G, UWB
 - ▶ Mantener la topología L2 simple
- ▶ Al infinito y más allá ... si, pero de extremo a extremo.
 - ▶ Sin gateways intermedios, túneles, middle-boxes y otros “trucos”



¿Por qué una arquitectura de comunicación basa en IP?

- ▶ IP proporciona **una capa de unificación común** a las tecnologías subyacentes
 - ▶ 2G / 3G, 802.11 a / b / g, 802.11p, 802.16, satélite, ...
 - ▶ Cualquier aplicación que se ejecute sobre IP es independiente del medio
- ▶ IP asegura la **interoperabilidad**
 - ▶ IPs en todas partes: ITS, educación, salud, ejército.
 - ▶ Sin estar limitado a una aplicación ITS dedicada
 - ▶ E.g. el host final que se ejecuta en un vehículo puede comunicarse → directamente con un host que corre en la sede del fabricante del automóvil, el parking, el personal de emergencia, la casa del conductor.
- ▶ IP asegura la **portabilidad**
 - ▶ Los usos ordinarios de Internet se pueden llevar al vehículo (navegación web, video streaming, peer-to-peer, etc.)
- ▶ IP asegura un despliegue más amplio
 - ▶ Los equipos IP son más baratos de desarrollar.
 - ▶ Los productos se pueden actualizar constantemente (agujeros de seguridad, nuevas características)

NAT y Gateways no escalan

- ▶ Los dispositivos móviles han hecho crecer exponencialmente el número de dispositivos conectados
- ▶ Los sensores multiplicarán estos números en miles de veces
- ▶ NAT no puede sostener este crecimiento
- ▶ Gateways (GW) solo soportan un conjunto límite de protocolos
- ▶ IPv6 debe introducirse lo más profundo posible en la red para evitar el uso de gateways, por ejemplo, la traducción de protocolos
- ▶ ¡IP es independiente de los medios de comunicación y también lo es IPv6!



¿Que versión IP?

- ▶ La Internet actual comprende varios miles de millones de dispositivos.
- ▶ Los objetos inteligentes agregarán decenas de miles de millones de dispositivos adicionales
- ▶ **IPv6 es el único camino viable para avanzar.**

Things

Decenas de billones de dispositivos Inteligentes

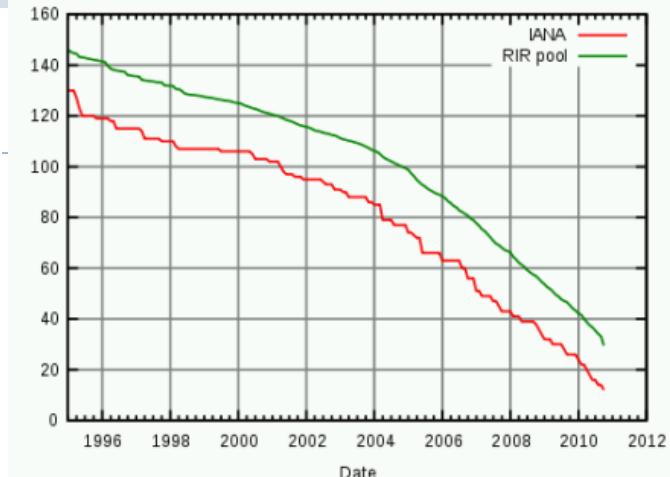
Mobile

2~4 Billones
Teléfonos & coches

Fixed

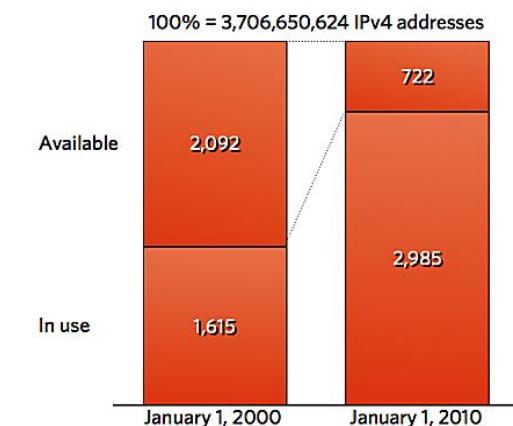
1~2 Billones
PCs & servidores

Introduction



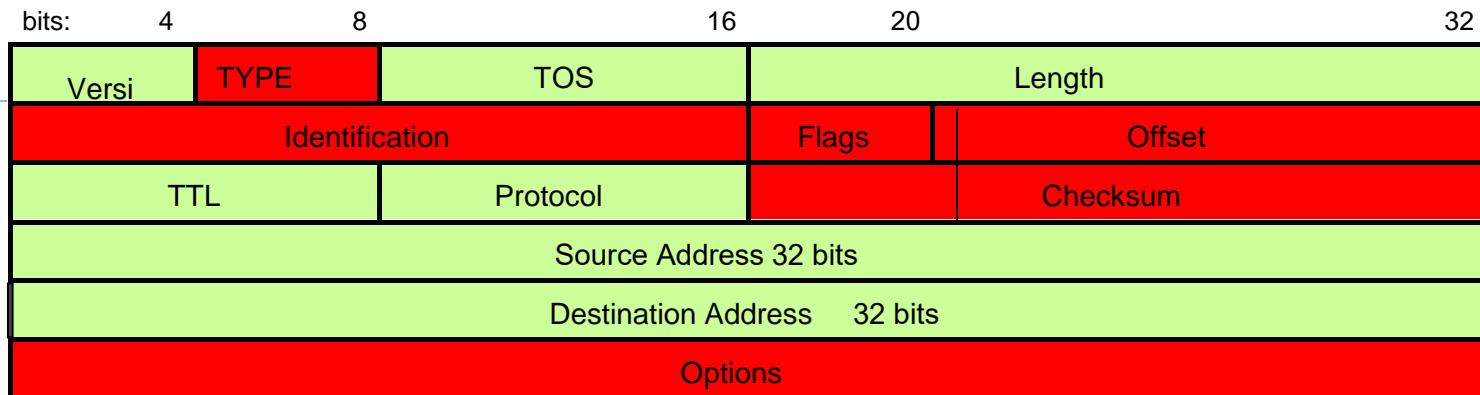
IPv4 address utilization: 2000 vs. 2010

Millions



El pool de direcciones IPv4 exhausto desde 2012

IPv6 vs IPv4



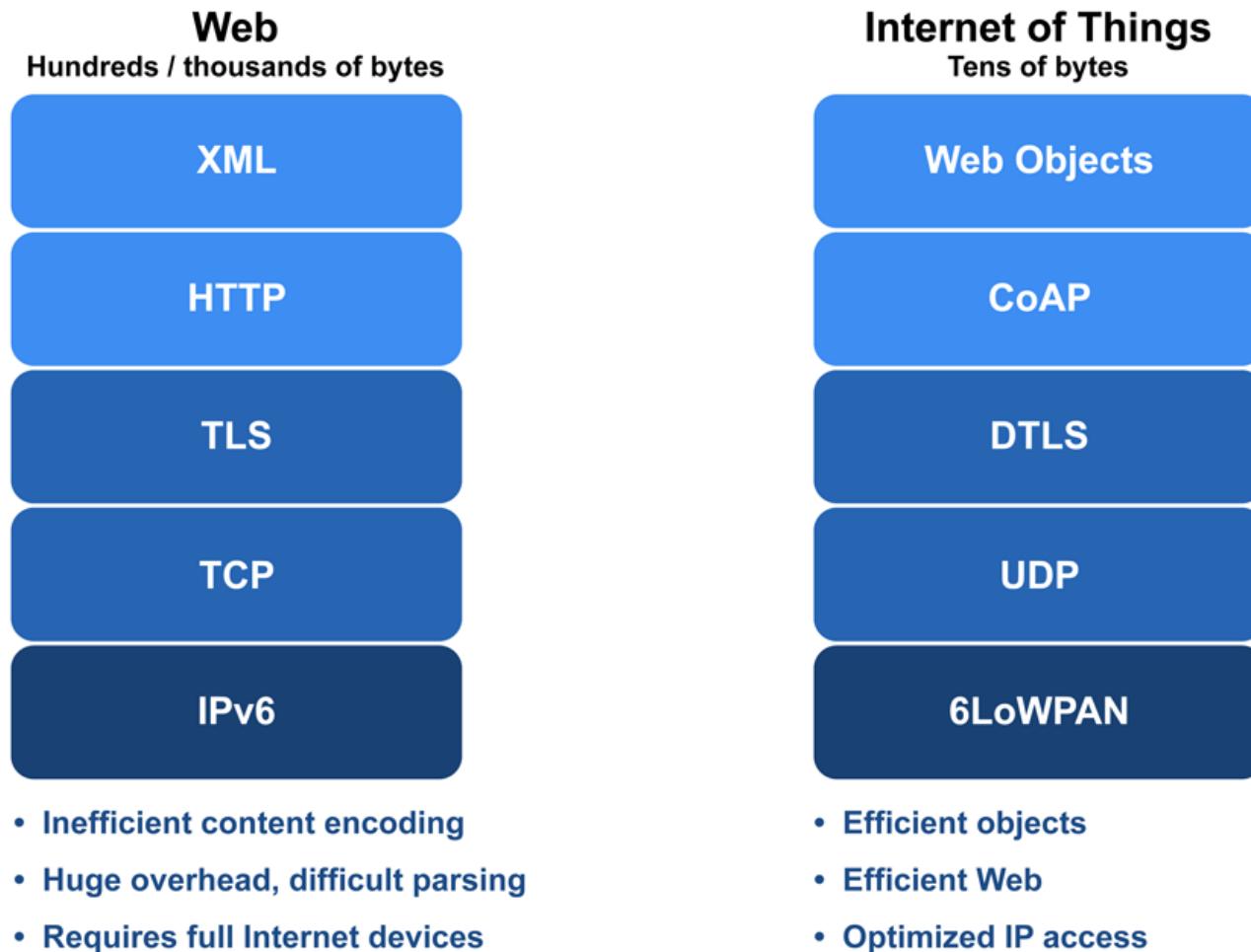
IPv6 direccionamiento e interoperabilidad

- ▶ Habilitar la comunicación IPv6 en dispositivos IoT6
- ▶ Compresión de encabezado
 - ▶ 6LoWPAN standard:
 - ▶ Soporta IPv6 sobre redes IEEE 802.15.4.
 - ▶ Compresión de encabezado de contexto estático (SCHC). En desarrollo
 - ▶ Más tecnologías de capacidades restringidas: LP-WAN
 - ▶ Direcciónamiento
 - ▶ Las direcciones IPv6 son muy largas. ¿Solución?
 - Reutilizar direcciones L2 para generar la IPv6, no incluir prefijos de la dirección IPv6 en las cabeceras

IPv6 características avanzadas

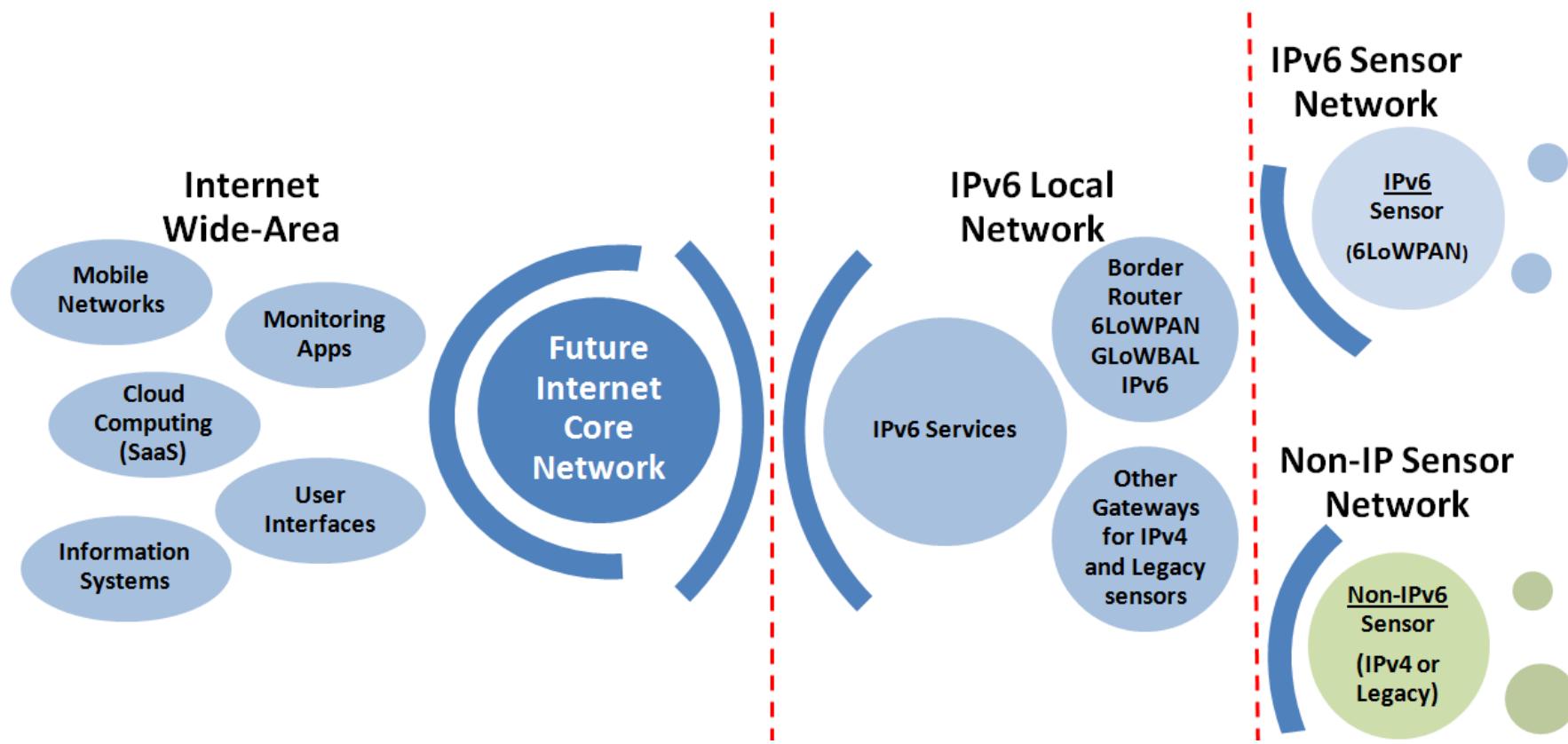
- ▶ Objetivos principales:
 - ▶ QoS para flujos de tráfico prioritarios
 - ▶ Compatibilidad Anycast y Multicast.
 - ▶ Enrutamiento inalámbrico avanzado para redes multihop
 - ▶ Movilidad y seguridad
 - **Mobile IPv6 (evita triangulación MIpv4) aunque no es muy extendido**
 - **IPSec obligatorio (cifrado y autenticación IP)**

Introducción



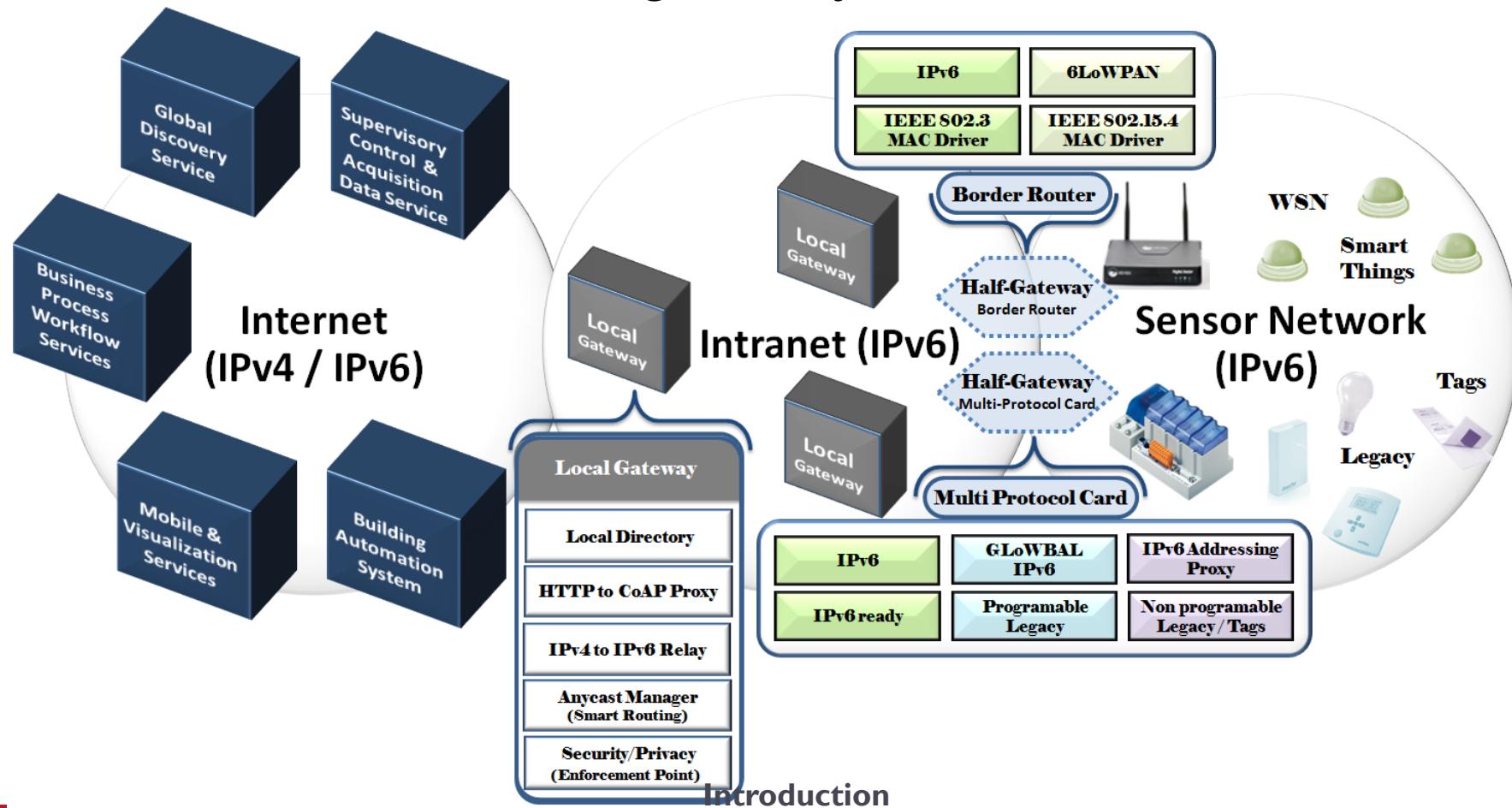
IoT6 Ecosystem

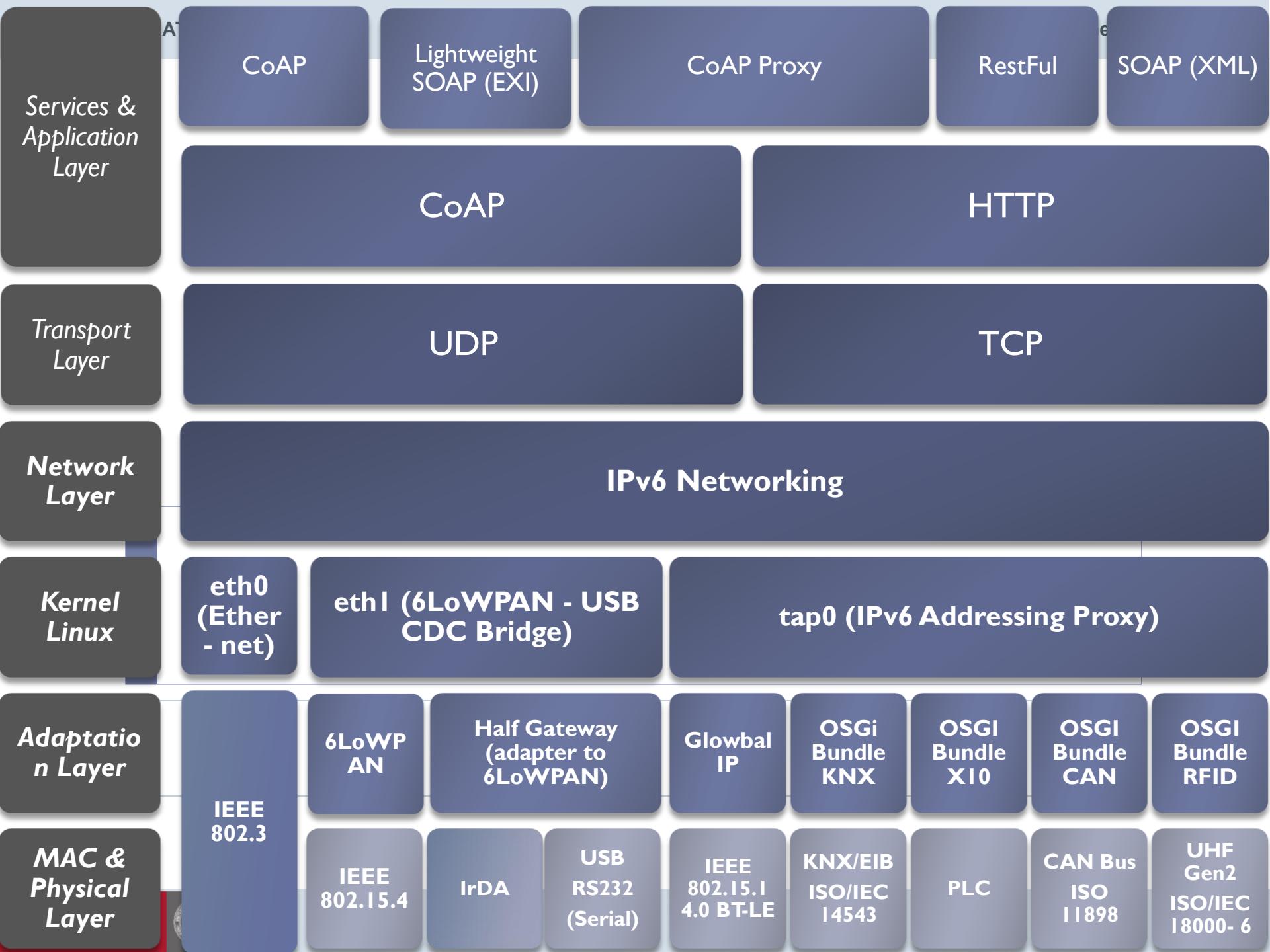
- ▶ Esquema arquitectural de IoT6
 - ▶ Retos:
 - ▶ Redes de sensores Heterogéneas



Ecosistemas IoT6 basados en IPv6

- ▶ Interoperabilidad de redes heterogéneas mediante IPv4/IPv6 usando “half-gateways”

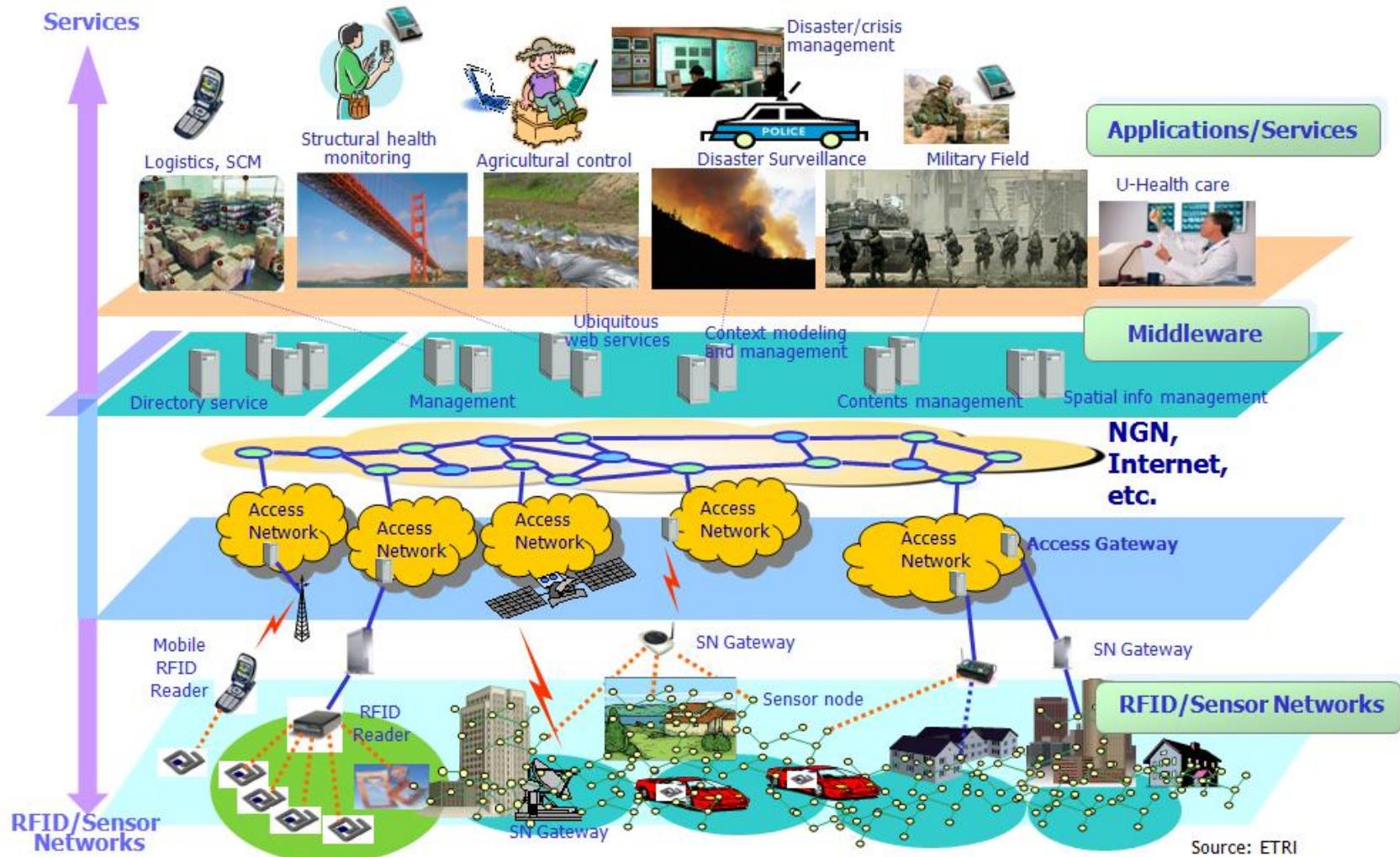




Contenidos

- ▶ **Introducción: Future Internet**
- ▶ **Internet of Things**
- ▶ **El borde de Internet y más allá**
- ▶ **IoT y Big Data**
- ▶ **Conclusión**

Servicio Globales para Ciudadanos



Source: ETRI

Próximo paso... objetos comunicandose entre si!

► M2M



En internet nadie sabe que eres una bombilla!

Retos en IoT

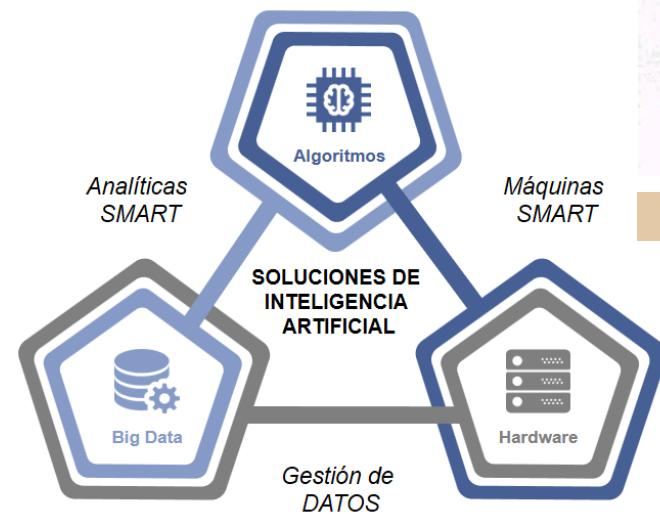
- ▶ Gran escala (cualquier cosa, en cualquier momento, en cualquier lugar, por cualquiera)
- ▶ Interconexión de dispositivos heterogéneos, sistemas operativos y subredes
- ▶ Apertura y seguridad: nuevos tabaés
- ▶ Aprendizaje de comportamiento mediante IA no contemplado inicialmente
- ▶



- ▶ Duda 1: ¿Es posible conectar cualquier cosa a Internet?
- ▶ Duda 2: ¿Queremos conectar todo a Internet?
 - ▶ Protección empresarial
 - ▶ Seguridad y privacidad
 - ▶ Confianza

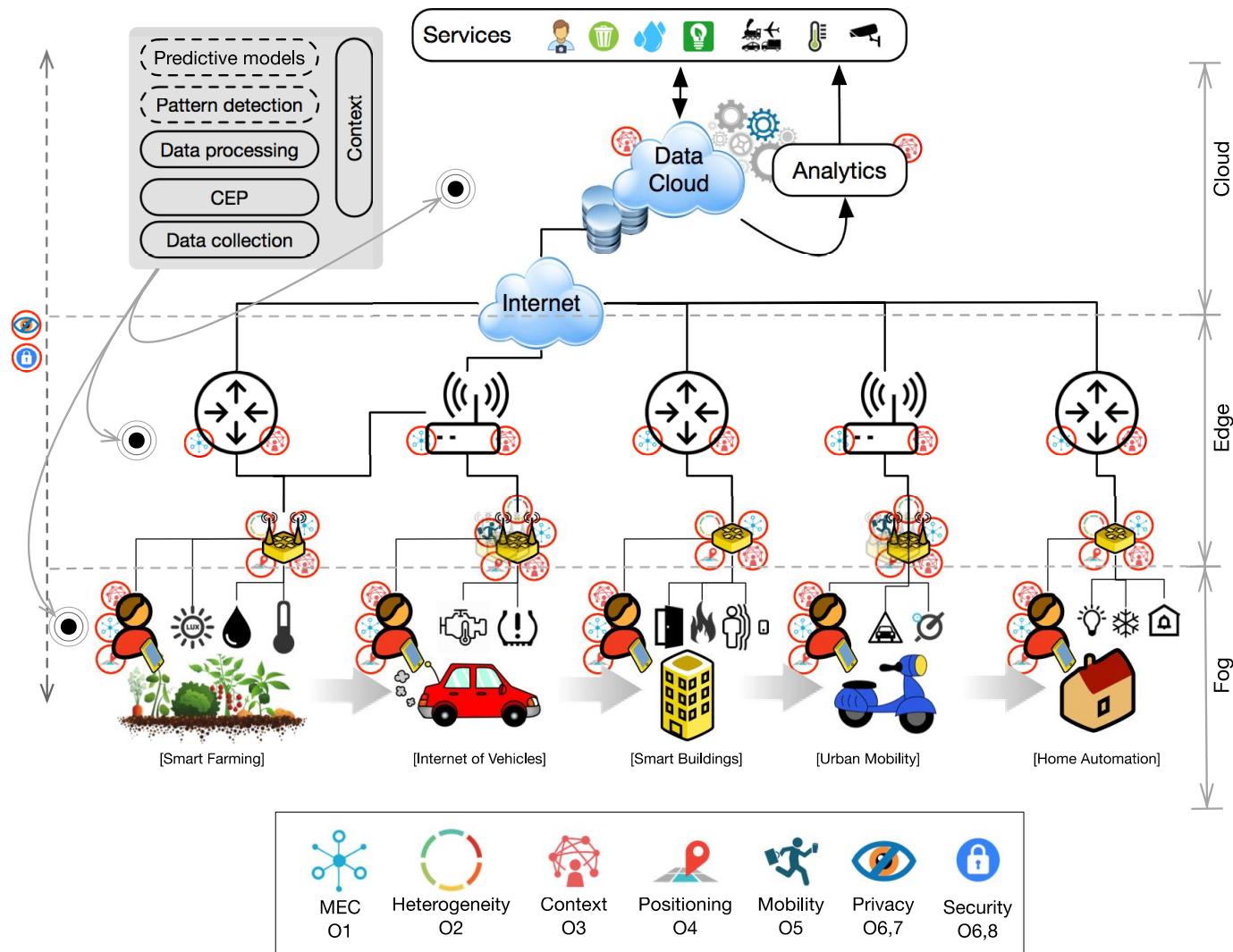


Porque ahora la IA



- ▶ La disponibilidad de grandes volúmenes de datos gracias a:
 - ▶ Internet: en general la conectividad propiciada por la web
 - ▶ Internet de las cosas como nueva fuente de múltiples tipos de datos
 - ▶ Las redes 4G/5G/6G como provisión de hiperconectividad
- ▶ Accesibilidad de las capacidades de cómputos a diferentes niveles desde grandes ordenadores, hasta pequeños dispositivos

Paradigma de computación distribuida

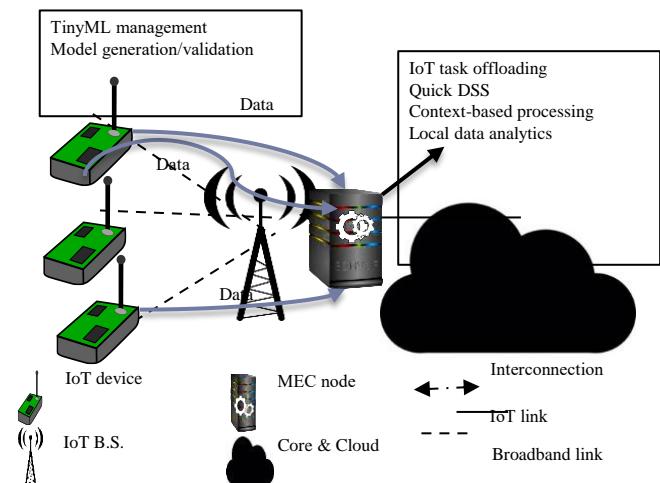


Algoritmos en el eje - TinyML

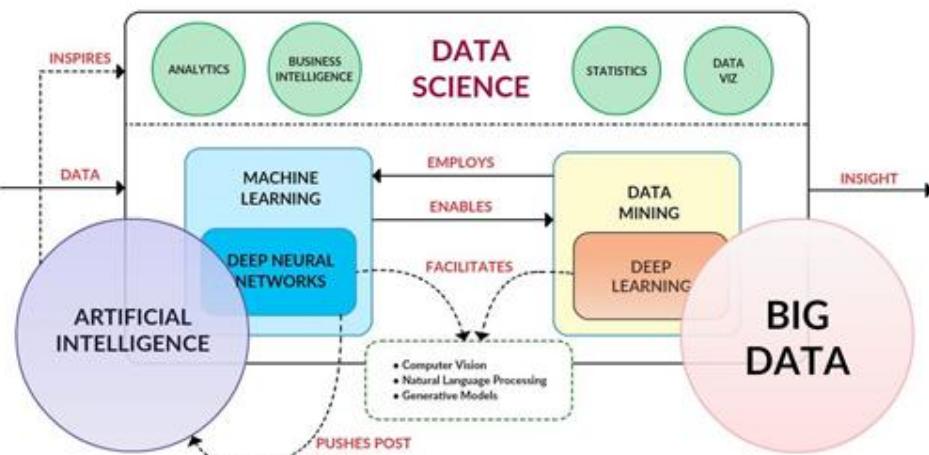
El tamaño de los algoritmos ha ido creciendo:
CPU, GPU, Aprendizaje distribuido

Para ejecutar algoritmos de aprendizaje
automático en el eje necesitan ser ligeros en
términos de espacio, latencia y consumo de
energía.

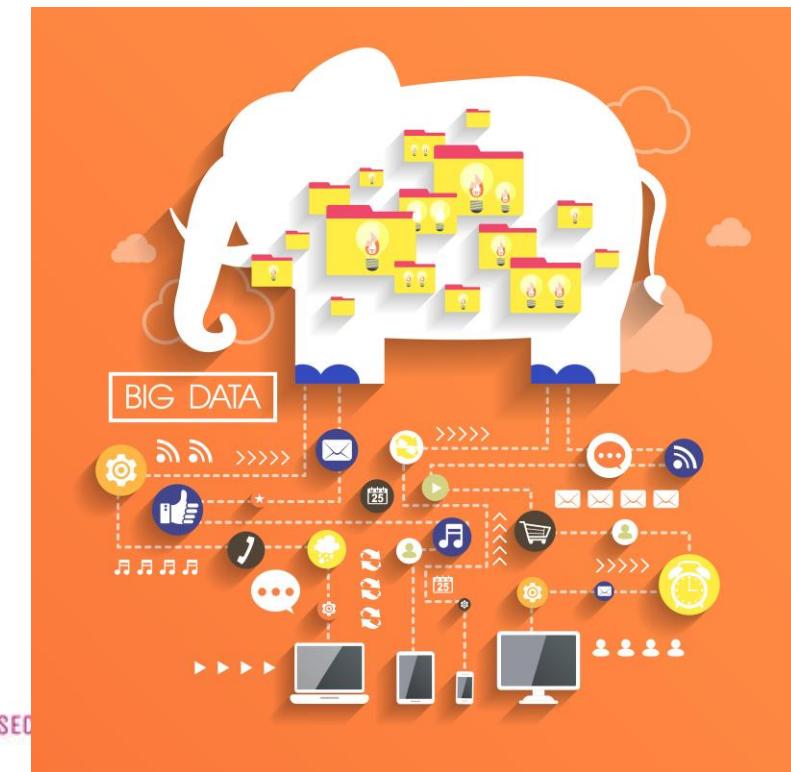
Conseguir realizar predicciones locales en
sensores IoT sin conectarse a la nube requiere
modelos que pesen unos pocos kilobatios.



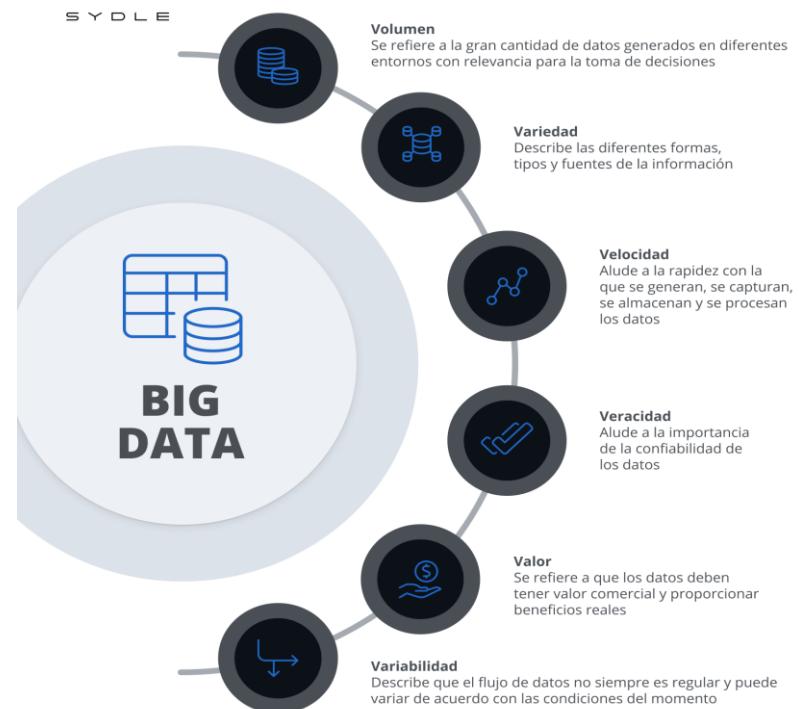
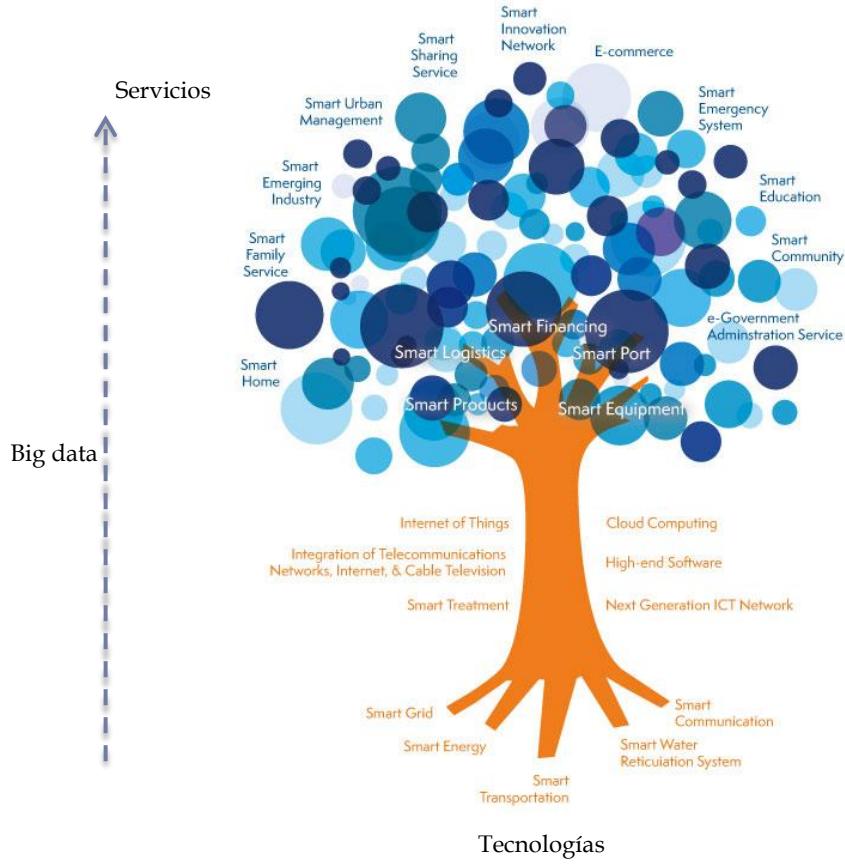
Explosión de los datos: la Web



Sin datos no hay inteligencia artificial



Big Data



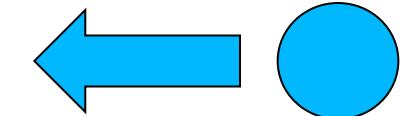
Del mundo físico al virtual



Societal Drivers of Human Interaction

- Laws
- Ethic Values
- Cause-Effect interactions
- Implicit Interactions
- Past Experiences
- Sensorial Experiences

Physical World Layer



New IT
device

Trust
Label



Augmented
Reality



Wearable
Sensors



Smart-Devices



Intelligent Vehicles

*Digital
Senses
Layer*



- Soft Identity Manager**
- Usage Control Policies
- Policy Enforcer
- Trust Negotiator

*Digitally
Extended
World*

GOOD AFTERNOON
MR. HENFENNEL!
HEMORRHOID CREAM
 AISLE SIX!

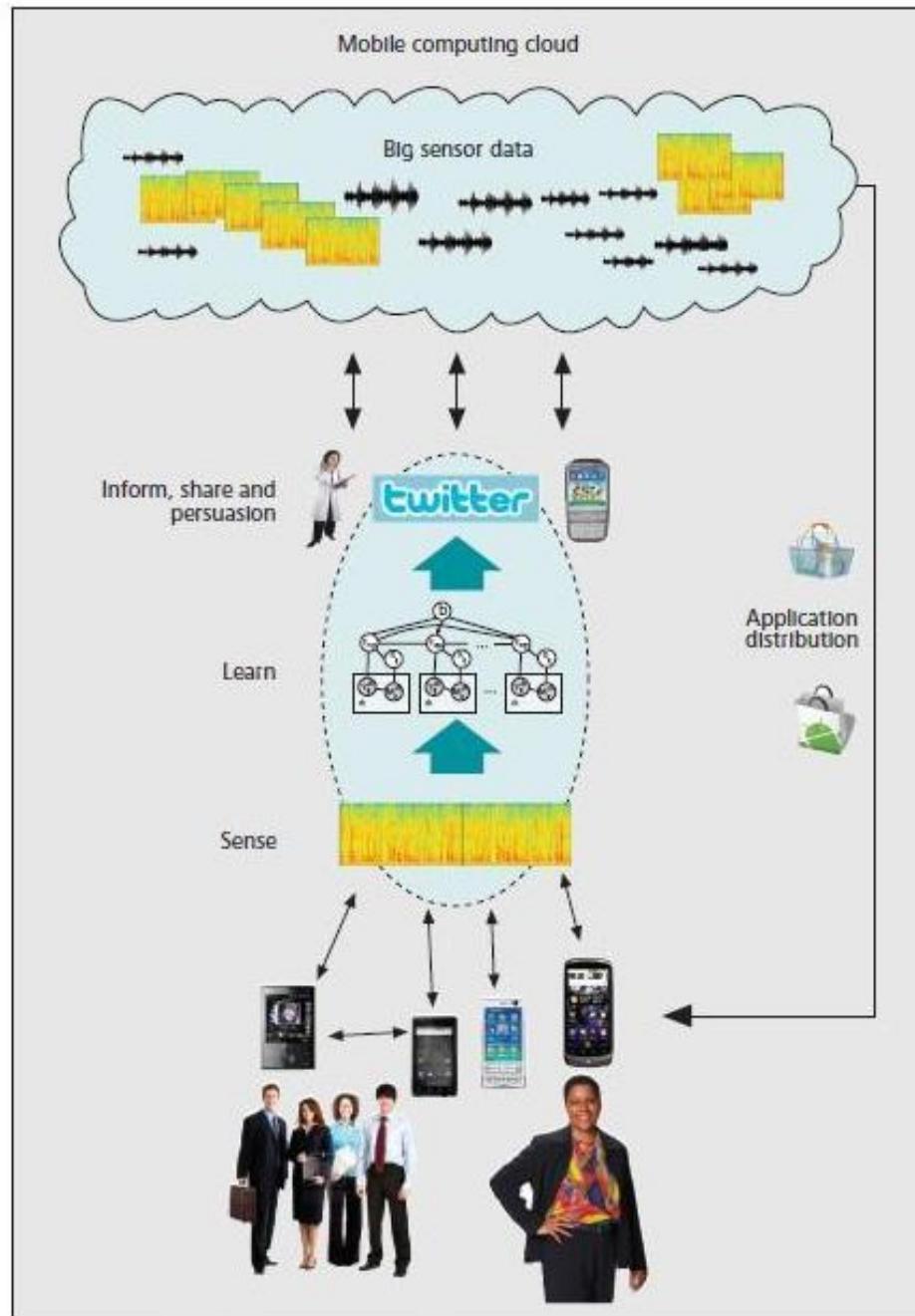
beep!
TOO MUCH
INFORMATION
IN MY MEDICAL
I.D. CHIP.

DON'T FORGET MOUTHWASH.
I FIGURED THAT ONE
OUT BY MYSELF. —

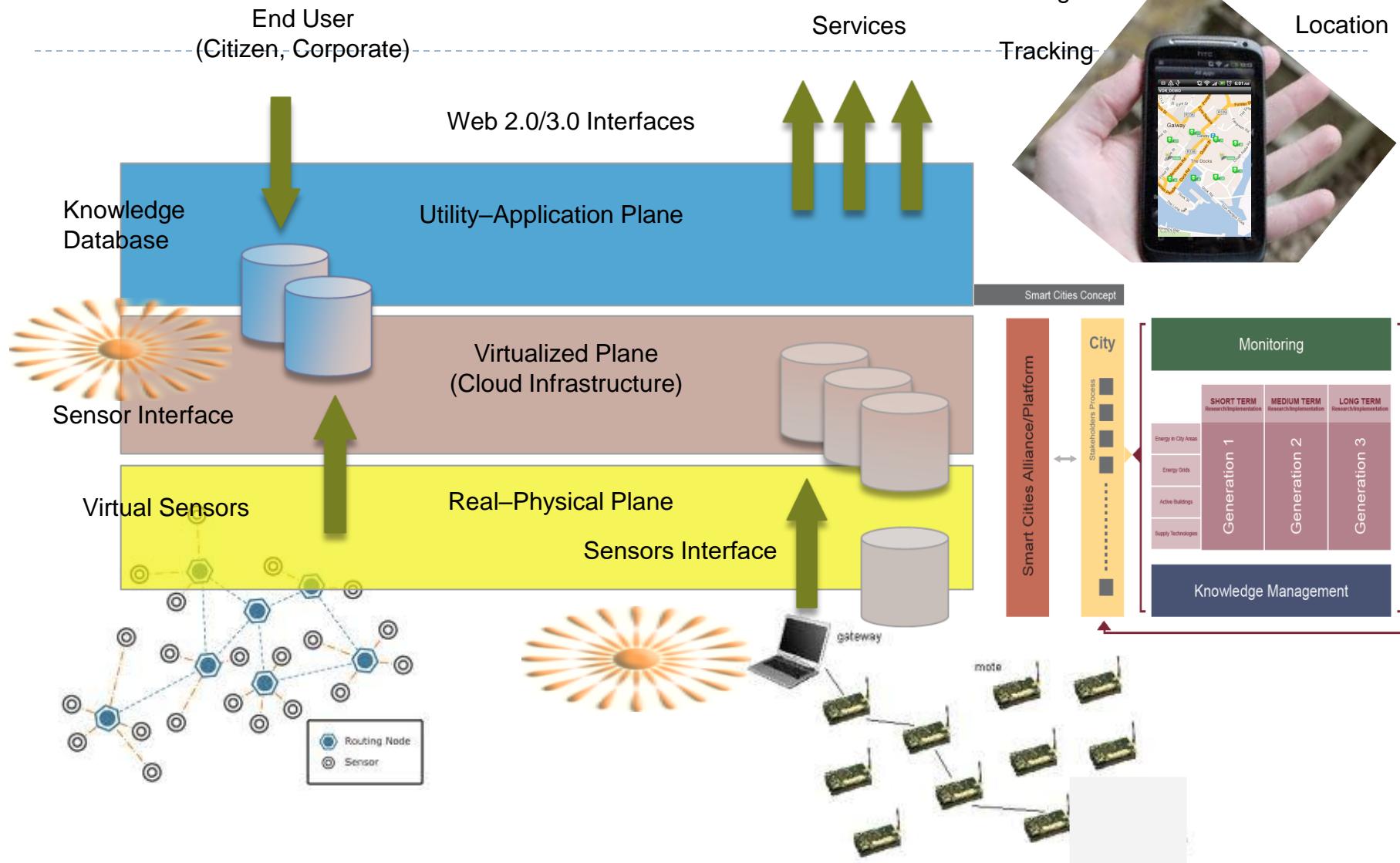
TOLIS

© 2004 THE WASHINGTON POST

Arquitectura de sensorización para teléfonos móviles



Smart Management



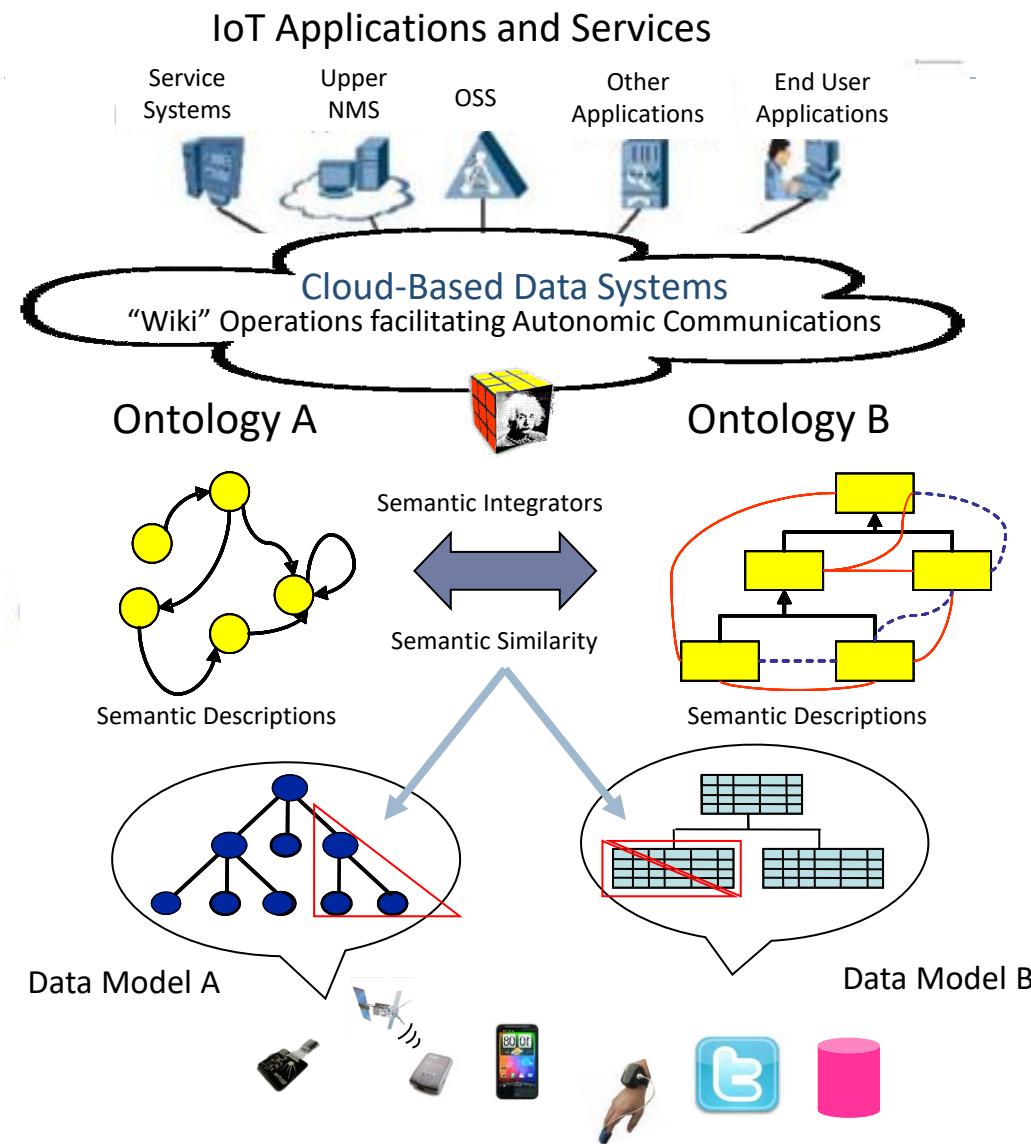
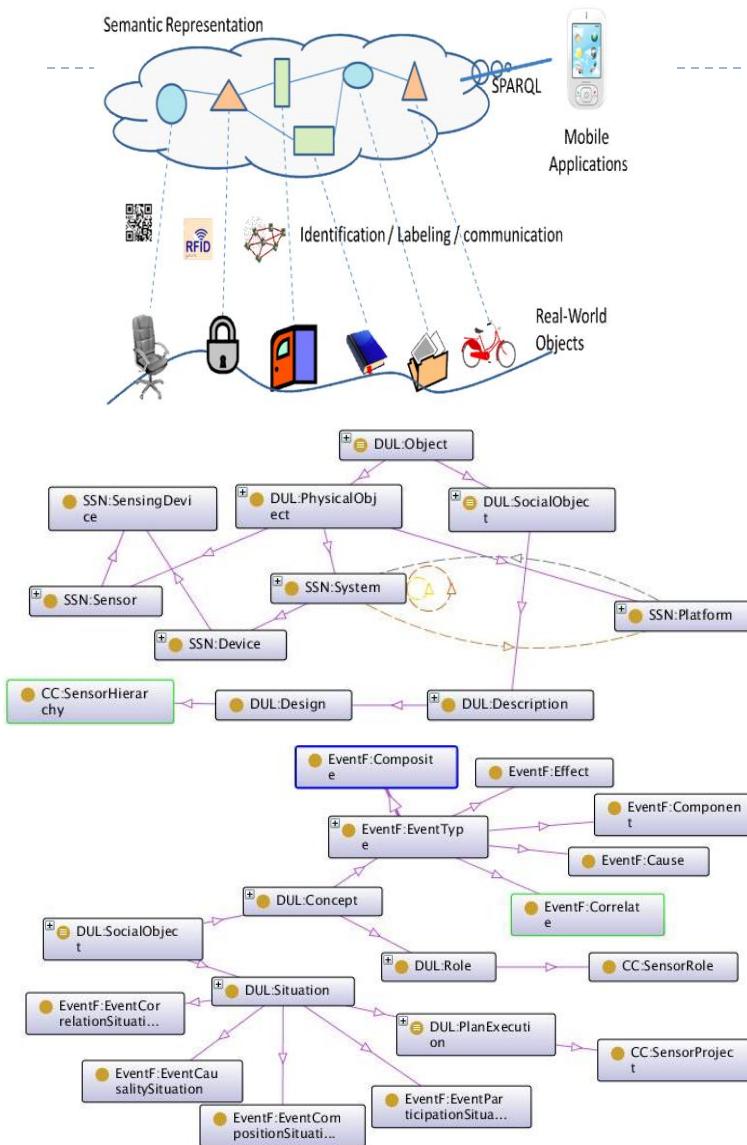
Arquitecturas IoT

Las arquitecturas IoT tienen muy diversas definiciones basadas en abstracciones e identificaciones de los sensores. Los 7 niveles del modelo de referencia del IoT son:



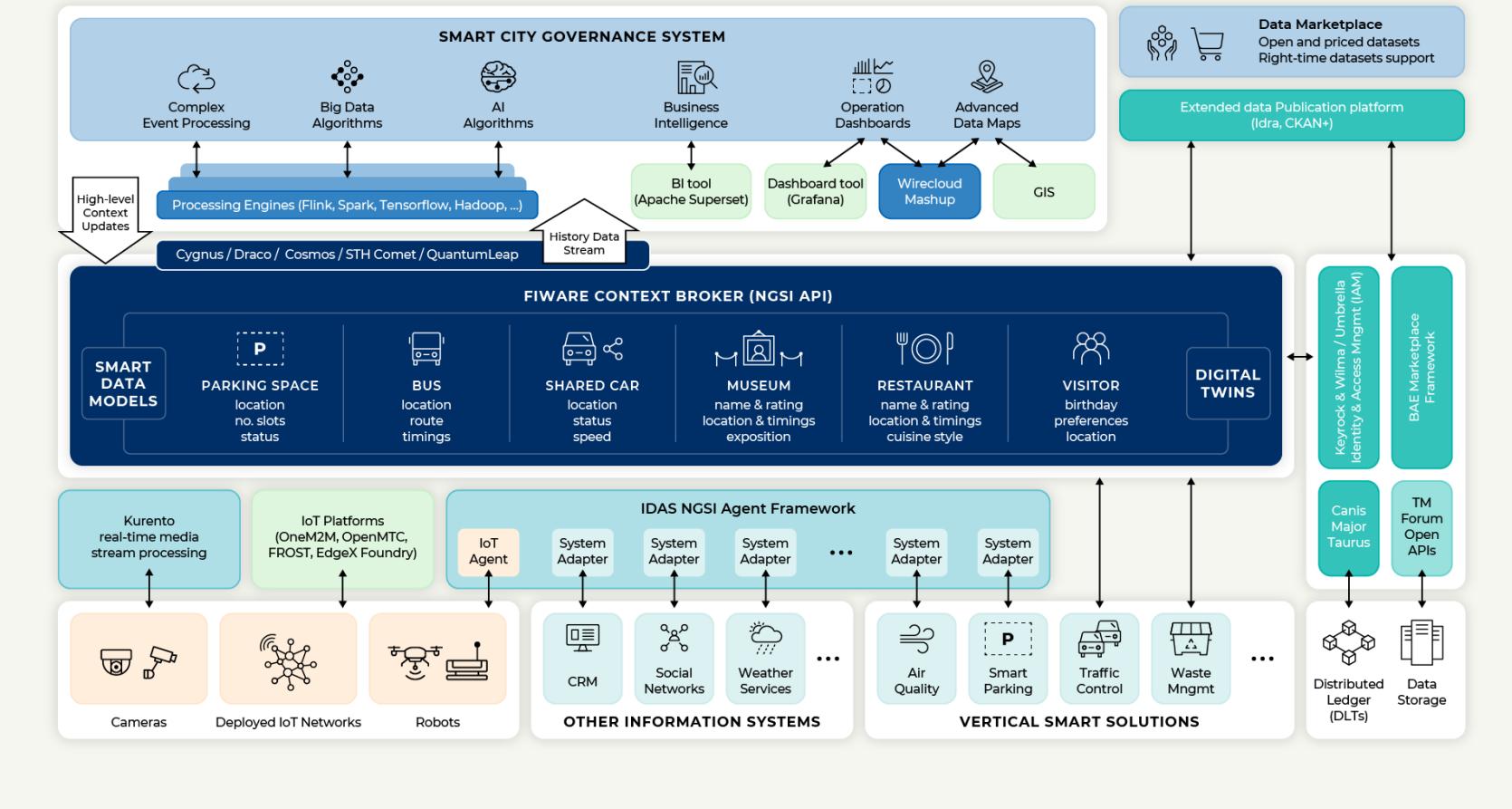
Fuente: Cisco, the Internet of Things Reference Model. White Paper (2014)

Extensions towards Interoperability



FIWARE

The FIWARE Smart Cities Reference Architecture



Principios de Diseño



Ataques IoT

- ▶ Credenciales por defecto, débiles o no modificables → myriad botnet
- ▶ Dificultad de actualizar firmware y SO
- ▶ Falta de soporte de los vendedores para reparar vulnerabilidades
- ▶ Interfaces web vulnerables (SQL injection, XSS)
- ▶ Errores codificación (buffer overflow)
- ▶ Protocolo en claro y puertos abiertos innecesarios
- ▶ DoS / DDoS
- ▶ Robo y manipulación física sencilla



Smart Cities



- Problemas:
 - Sostenibilidad del medio ambiente
 - Creciente población urbana.
 - Observación:

Los gobiernos municipales, regionales y federales recopilan grandes cantidades de datos: los repositorios de datos más grandes del mundo.

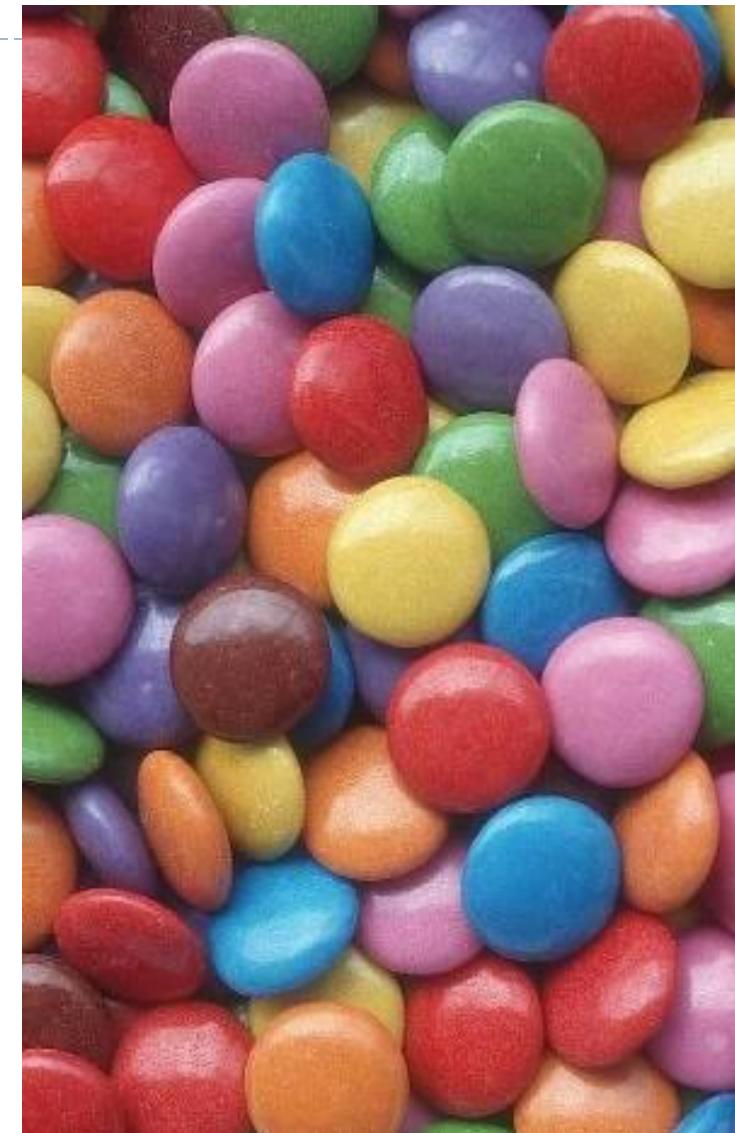
Smart Cities

■ Hasta hoy:

- Desarrollo de redes mesh lentas
- Pocas aplicaciones
 - › video vigilancia
 - › información municipal

■ Servicios potenciales

- Automatización (riego)
- Seguimiento (contaminación)
- Ahorro de energía / agua
- Detección de fugas de agua
- Regulación del tráfico
- Seguridad física



Smart City – Demonstrador

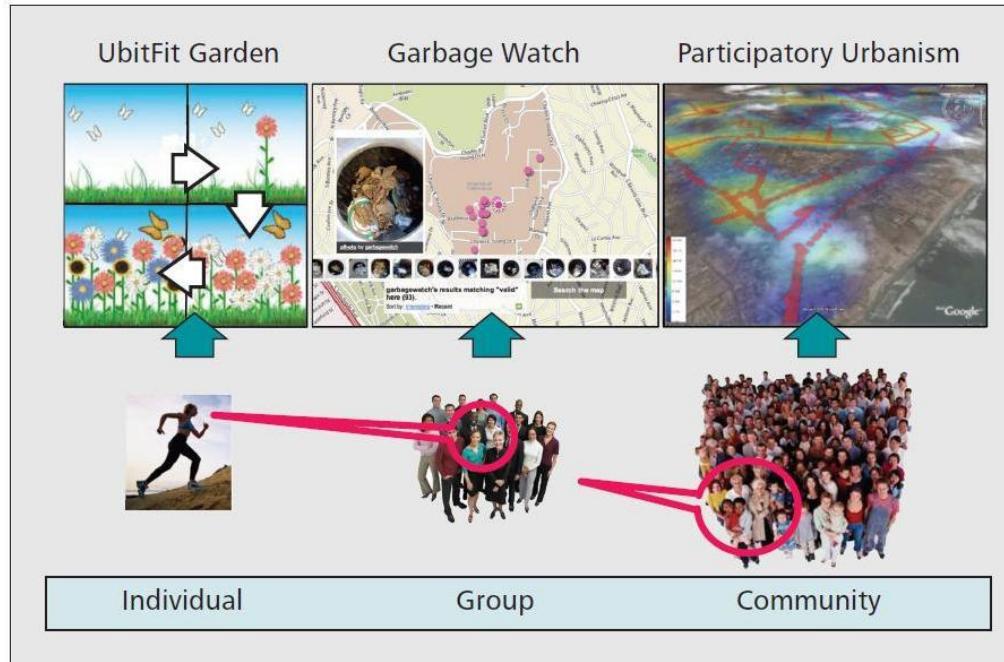
Monitorización de “Smart Crowds”

Crowds for
Monitoring / Tracking

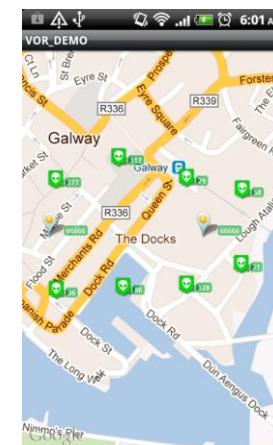
Geographical Data
• Linked Data



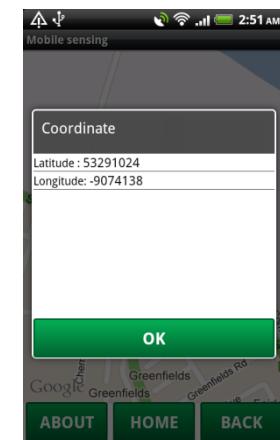
Clustering Algorithms



Virtual Infrastructure &
Global Sensor Networks



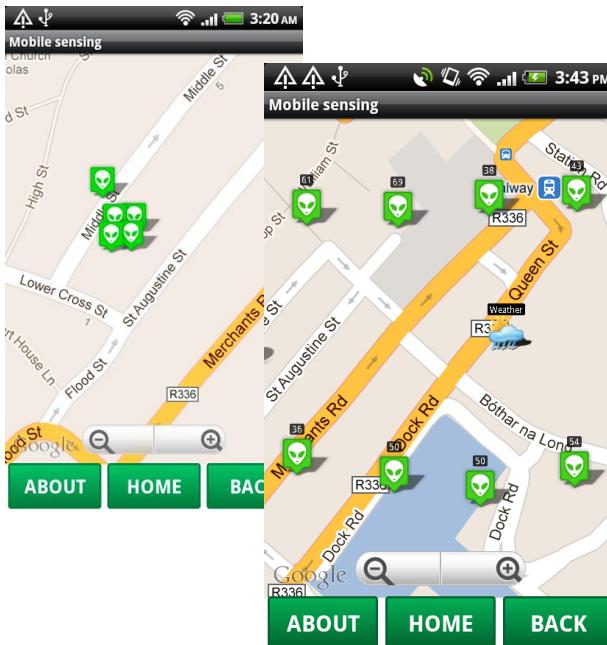
Sensors
• Localización
específica



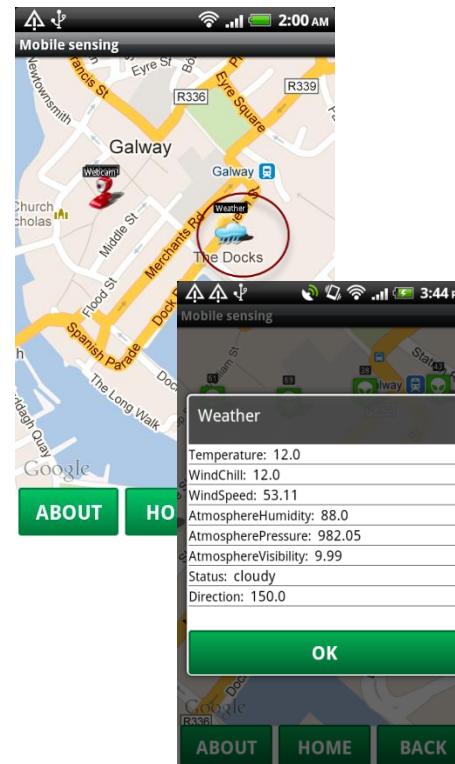
Representación gráfica en tiempo real de los datos de ubicación
recopilados de otros usuarios de teléfonos móviles

Smart City Use Case

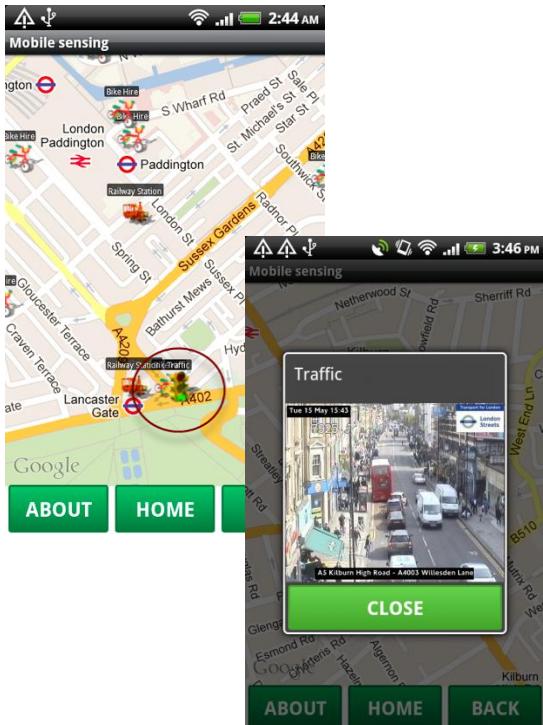
Smart Crowds Monitoring



Clustering algorithm simplifying visualization about big groups of people



Real-time data collected from weather sensors



Real-time data collected from traffic cams

Smart Cities: Principales retos

▶ Ciudades inteligentes

- ▶ Comunicación extendida (Hogar, viajes, WIFI, G3 ...) para usuarios y operadores de la ciudad.
- ▶ Plataforma de gestión de datos para datos heterogéneos.
- ▶ Tratamiento inteligente con Big Data.

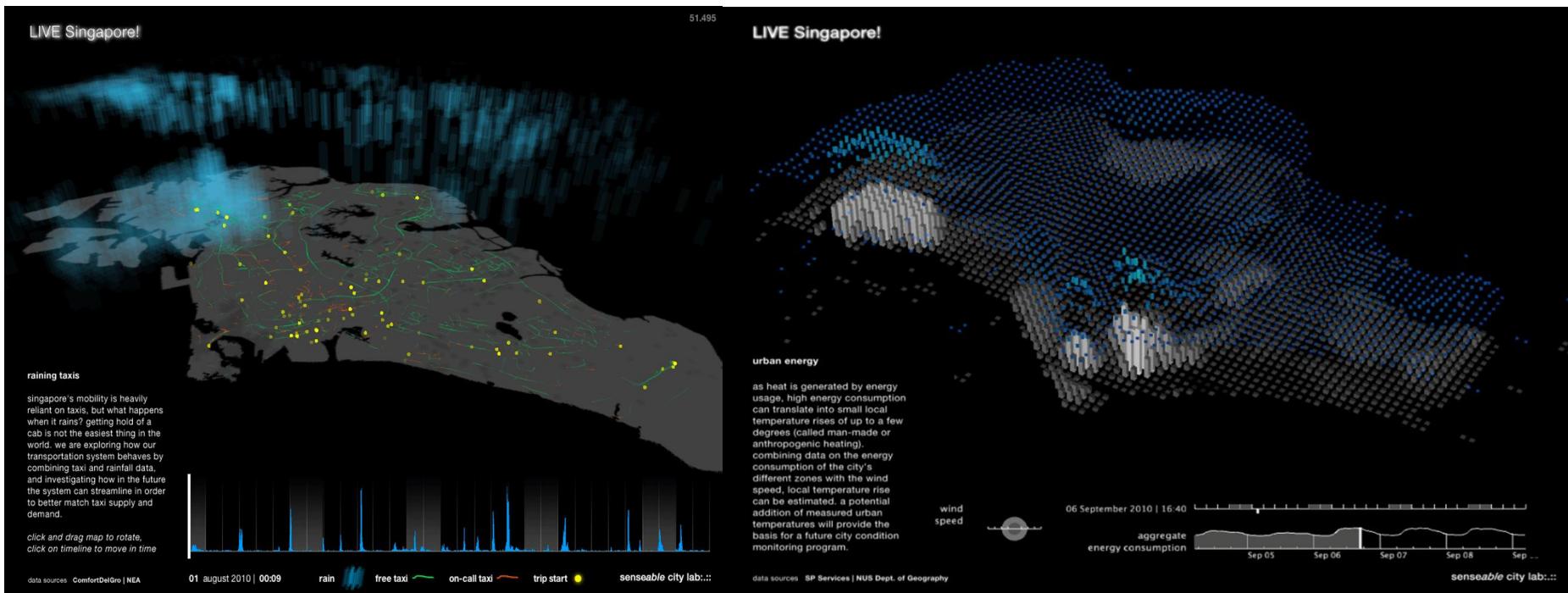
▶ Impacto en los sistemas (físicos e informáticos).

- ▶ Intercambio de datos
- ▶ Arquitectura abierta (plataforma)
- ▶ Interoperabilidad
- ▶ Capacidades de supervisión
- ▶ Gestión de la complejidad



Casos de estudio

“Live Singapore”, the power of “Crowd-sourcing”



http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=2aEPkyOBtRo

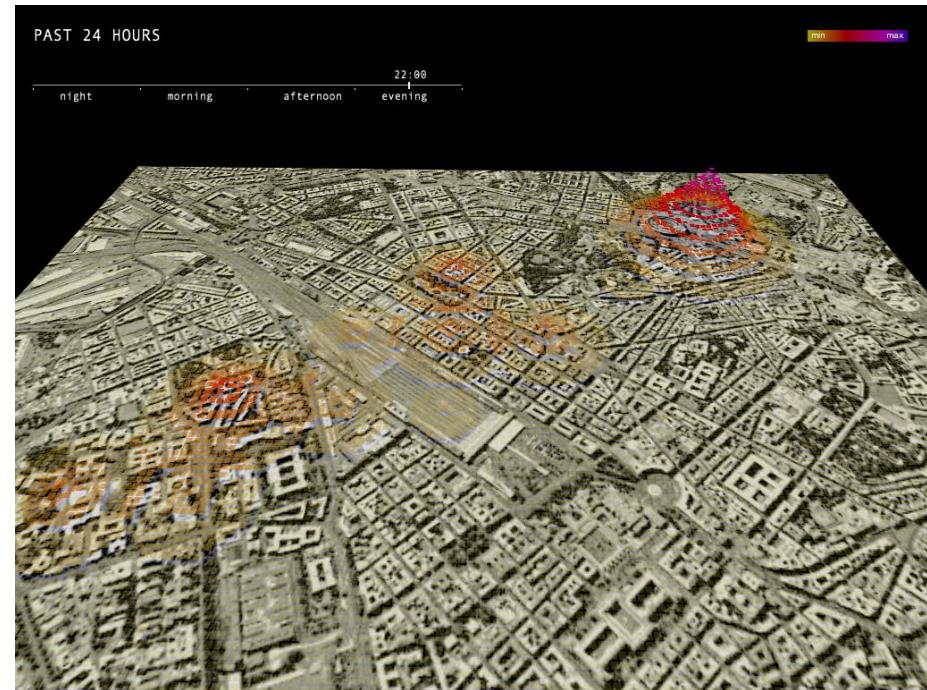


Casos de estudio

“Real Time Rome”, the power of “Crowd-sourcing”



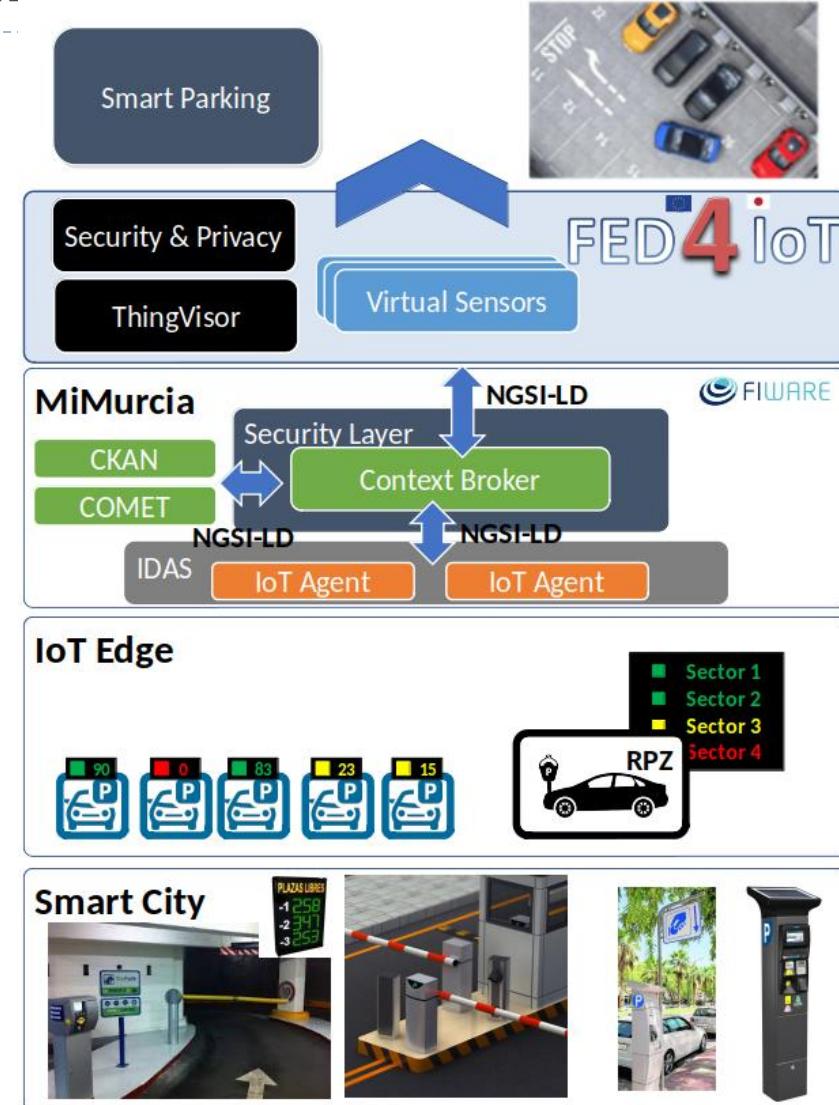
Rome, bus traffic vs. population distribution



Rome, density of tourists vs. location (3D)

Smart Parking – Murcia

- Entorno Piloto:
 - El usuario puede definir:
 - Origen
 - Destino
 - Duración del aparcamiento
 - Momento de llegada
 - Otras propiedades:
 - Precio máximo
 - Uso de vehículo eléctrico
 - Restricciones movilidad
 - La distancia a pie deseable a recorrer hasta destino



Smart Parking - Murcia

 Smart Parking | 0.1.3



Search Form

Actual location

Auto Ok

Destination

Ok

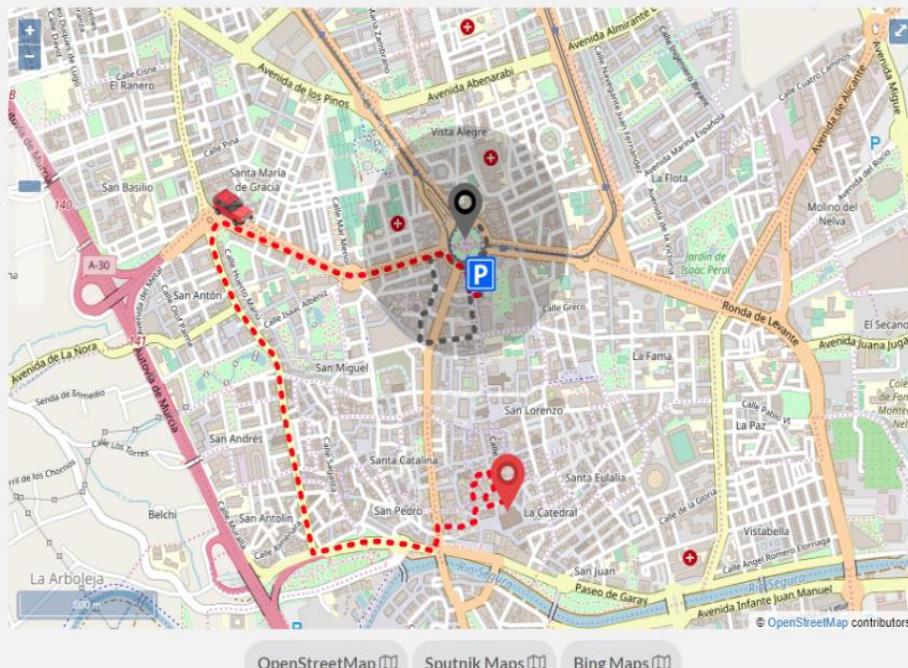
Parking duration Destination time

50 12:00:00

User preferences

\$ Maximum cost	Electric car
6	No
Adapted for disabled	Car-Wash near
No	No
Max. distance to destination from parking	407m
Dark mode <input type="checkbox"/>	

Search Parking



Parking 103		
OPTIONS		
94 % CHANCES	194 M. DISTANCE	2.1€ COST
		
ELECTRIC	DISABLED	CAR-WASH
Rating:		
		
Directions		
Drive directions to parking		
<ul style="list-style-type: none">Head west on Calle Escultor SalzilloContinue slightly right onto Calle González AdalidContinue left onto Calle Polo de MedinaContinue right onto Calle de la FreneríaTurn left onto Gran Vía Escultor Francisco SalzilloMake a slight right onto Plaza Martínez TornelTurn right onto Plano de San FranciscoTurn right onto Calle de Juan de la CiervaContinue onto Calle de García AlixContinue onto Calle San AndrésGo straight onto Calle San AntónEnter the roundabout and take the 1st exit onto Plaza de Castilla		



Caso de estudio

A screenshot of the Entropy mobile application interface. The top navigation bar shows "HVAC data analysis", the time "11:24", and the Entropy logo. Below the navigation is a "Notifications" section with five teal-colored cards containing tips like "Keep the windows closed when t..." and "Tip of the day: Gradually heat...". To the right is a table showing the number of elements for three clusters: cluster 1 (123), cluster 2 (74), and cluster 3 (42). At the bottom is a line graph titled "Hours ON" showing data from February 13 to March 6, 2017, with three lines representing cluster 1 (red), cluster 2 (green), and cluster 3 (blue). A sidebar on the left includes sections for "Buildings", "Features", and "Questions", along with a graphic of a building with sensors and a lightning bolt, and a note that "Sensors deliver raw measures IoT Agents".

1 Sensors deliver raw measures IoT Agents

11:24 ENTROPY

Notifications

Current

Date Range

Choose building

- Faculty of Chemistry
- Research Center
- Technological Transfer Center
- All

Choose feature

- Hours ON
- Binary on/off
- Set temperature (when ON)

Choose variables

Questions

aurora.gonzalez2@um.es

cluster	# of elements
1	123
2	74
3	42

Hours ON

Tip of the day: Gradually heat...

Testing tip...

cluster 1

cluster 2

cluster 3

Data analytics results are used to final services

Building service

rice layer

10

Contenidos

- ▶ **Introducción: Future Internet**
- ▶ **Internet of Things**
- ▶ **El borde de Internet y más allá**
- ▶ **IoT y Big Data**
- ▶ **Conclusión**

Conclusión

- ▶ IoT se está convirtiendo en un elemento clave de Internet.
- ▶ Su integración en el mundo real de los usuarios tiene un potencial relevante para nuevas aplicaciones y servicios.
 - ▶ SmartCities como una de las áreas clave usada como base para explotar servicios ciudadanos como movilidad, transporte ,. Etc
 - ▶ Smartphones como plataforma sensorial.
- ▶ La disponibilidad de estas nuevas fuentes de datos brinda nuevas oportunidades de explotación y definición de servicios centrados en el usuario.
- ▶ Todavía hay varios desafíos:
 - ▶ Seguridad y privacidad
 - ▶ Descubrimiento y nombramiento
 - ▶ Integración heterogénea de sistemas heredados

Referencias

- ▶ General
 - ▶ IoT Comic Book: https://aioti.eu/wp-content/uploads/2023/11/iot_comic_book_original.pdf
 - ▶ IoT Reference Models: https://aioti.eu/wp-content/uploads/2020/12/AIOTI_HLA_R5_201221_Published.pdf
 - ▶ FIA RWI: http://rwi.future-internet.eu/index.php/Main_Page
 - ▶ Future Internet <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/next-generation-internet-things>
 - ▶ 6LoWPAN webinar: <https://www.youtube.com/watch?v=sJbk5nal2TE>
 - ▶ IERC documents: <http://www.internet-of-things-research.eu/documents.htm>
 - ▶ IoT Council: <http://www.theinternetofthings.eu/>
 - ▶ IoT platforms: <http://postscapes.com/internet-of-things-platforms>
 - ▶ Smart Cities: <https://smartcities.ieee.org/>
 - ▶ Next Generation Internet: <https://www.ngi.eu/>

Máster en Tecnologías de Análisis de Datos Masivos: BIG DATA

Internet de las Cosas en el Contexto de Big Data

Introducción al paradigma de Internet de las Cosas

Juan Antonio Martínez juanantonio@um.es
Antonio F. Skarmeta Gómez skarmeta@um.es

