

Introducción al paradigma de Internet de las Cosas

**Internet de las cosas en el contexto de Big
Data**

Máster Interuniversitario en Big Data: Tecnologías de
Análisis de Datos Masivos
Universidade de Santiago de Compostela (USC)

Índice

- **Internet del Futuro**
- Internet de las Cosas (IoT)
- IoT y Big Data
- Conclusión

Motivación

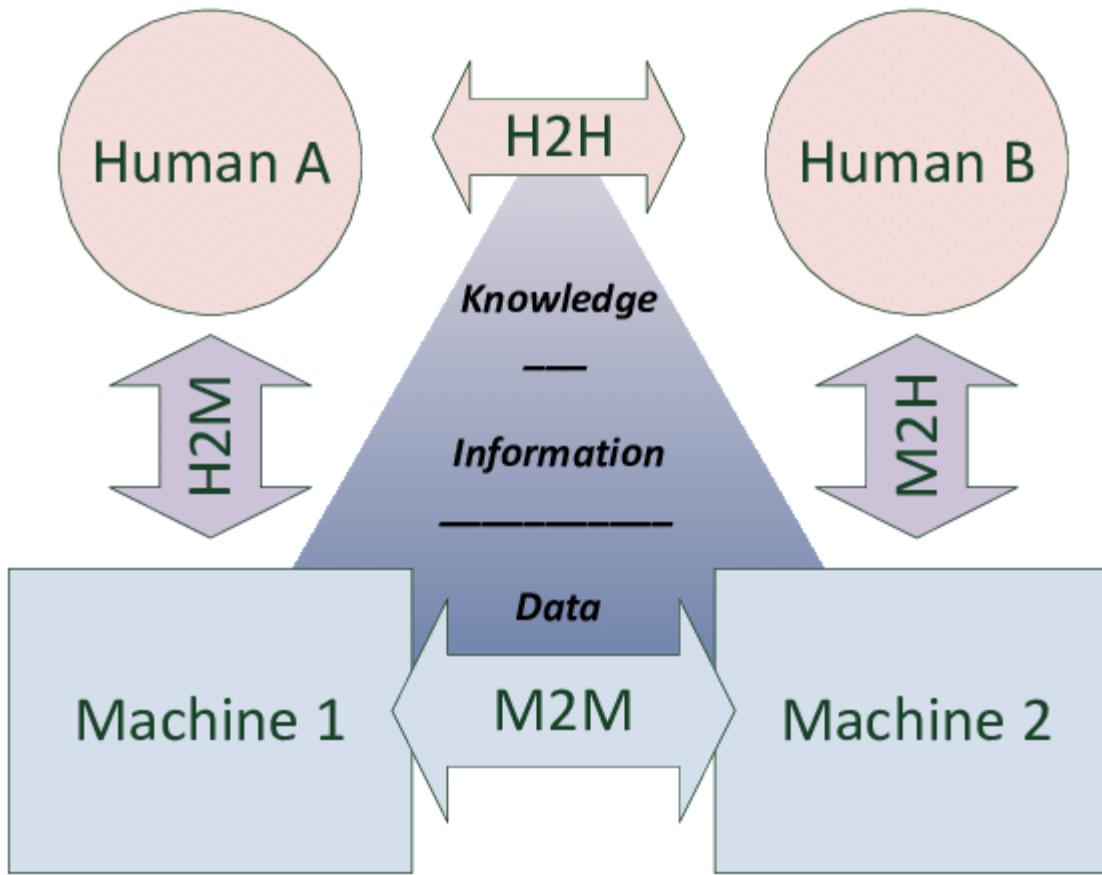
- Revolución tecnológica que está promoviendo una investigación multidisciplinar: Robótica, Biología, Informática, Física, Química, Psicología, Legal, ...
- IoT es un nuevo paradigma
 - Extensión de conectividad y red a todo dispositivos (sensores, RFIDs, etc.)
- Objetivo de esta sesión
 - Proporcionar una visión general de las tendencias y posibilidades.

Tendencias de Internet

- El **dispositivo móvil** es clave en la carrera de servicios: redes sociales (Web 2.0) - Facebook, Twitter, LinkedIn, etc.
 - Servicios habilitados para ubicación
 - Aplicaciones combinadas: p.e. red social + ubicación
 - Recuperación de contenido de video – YouTube
 - Apps, Apps, miles de Apps
 - Humano a máquina (H2M) vs. Máquina a máquina (M2M)

Tendencias de Internet

los datos pueden o no contener info y de la info se saca conocimiento



M2M

- Extensión de los sistemas SCADA con redes de acceso público. Monitorización remota.
- Sensores, RFID, Wi-Fi y computación automática
- IA y ML como tecnologías facilitadoras
- Comunicación punto a punto (a diferencia de la comunicación basada en IP de IoT)
comunicacion punto a punto (no clusters) !!!!!
- Bajo consumo, detección de *eventos*, envío/recepción continuo de datos
características

M2M vs. IoT: What's the difference?

Foco/elemento:	M2M	IoT
	Machines	Sensors
	Hardware-based	Software-based
	Vertical applications	Horizontal applications
	Deployed in a closed system	Connects to a larger network
	Machines communicating with machines	Machines communicating with machines, humans with machines, machines with humans
(en general)	Uses non-IP protocol	Uses IP protocols
	Can use the cloud, but not required to	Uses the cloud
	Machines use point-to-point communication, usually embedded in hardware	Devices use IP networks to communicate
	Often one-way communication	Back and forth communication
	Main purpose is to monitor and control	Multiple applications; multilevel communications
	Operates via triggered responses based on an action	Can, but does not have to, operate on triggered responses
	Limited integration options, devices must have complementary communication standards	Unlimited integration options, but requires software that manages communications/protocols
	Structured data	Structured and unstructured data

Tendencias de Internet: Retos

- **Industria de la salud**

- Envejecimiento activo, vida asistida.
- Seguimiento de la salud en tiempo real
- Cirugía robótica



- **Gobierno y ciudad**

- Optimización de la operaciones incluyendo el consumo de energía.
- Emisiones, residuos y otros temas ecológicos.



- **Industria automotriz**

la que mas está moviendo ahora

- Fabricantes de automóviles, seguridad, etc.



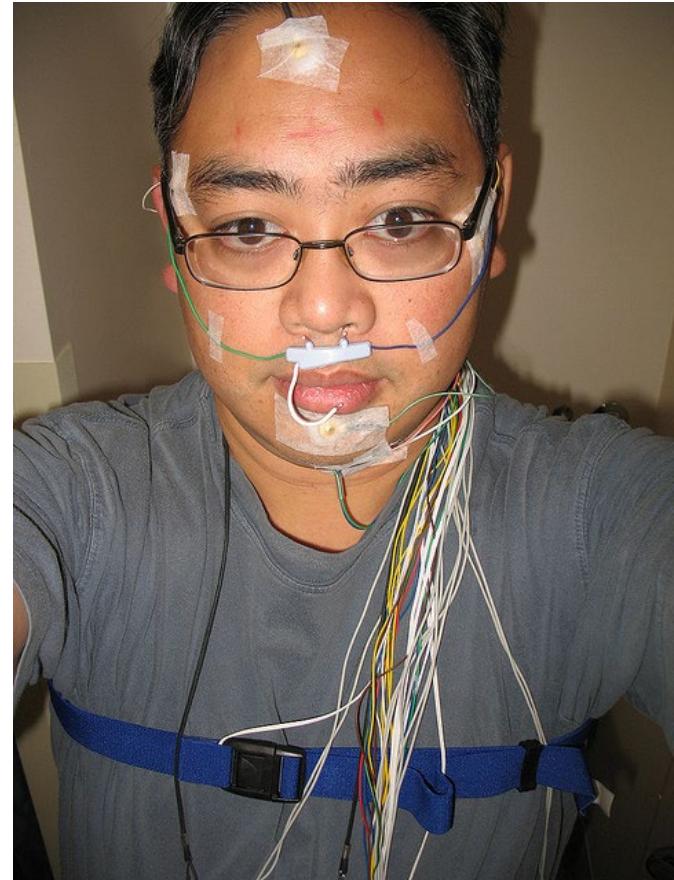
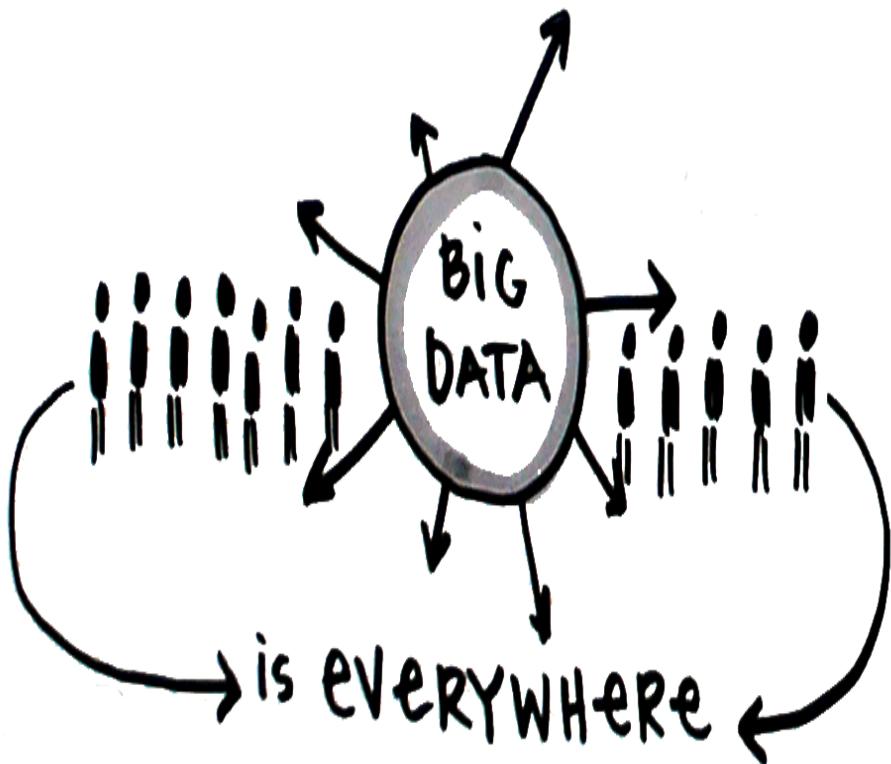
Tendencias de Internet: dispositivos

- El Foro Mundial de Investigaciones Inalámbricas (WWRF) predijo:
 - habrá entre 5 y 7 **billones** de dispositivos inalámbricos
 - que darán servicio a entre 5 y 7 mil millones de personas → mil dispositivos por persona para 2020
- Cada objeto se integrará en la red y se considerará como un dispositivo de red que genera, transmite y / o absorbe datos.

Tendencias de Internet: dispositivos

- **¿Tipos** de dispositivos?
 - **Dispositivos personales**, dispositivos portátiles, en el hogar y en el automóvil
 - **Dispositivos autónomos** como robots con capacidades de comunicación.
 - **Dispositivos de medios específicos** como sensores acústicos inalámbricos bajo el agua o biosensores
 - **Dispositivos voladores** como vehículos terrestres tripulados / no tripulados

Sensores por todas partes

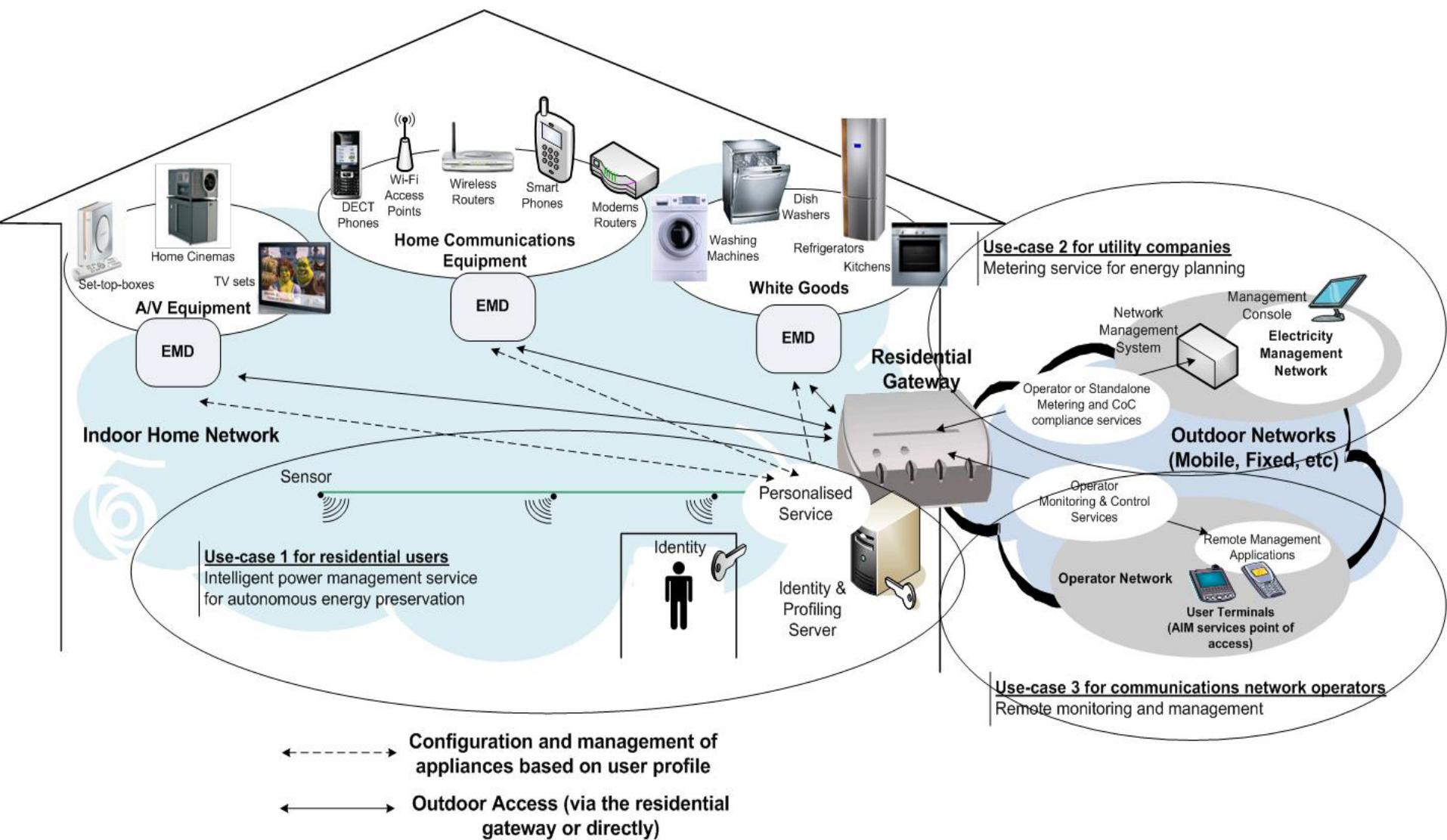


Internet del futuro

heterogéneo hasta en la zona del espectro EM en las que funciona

- **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.

Internet del futuro



Internet del futuro

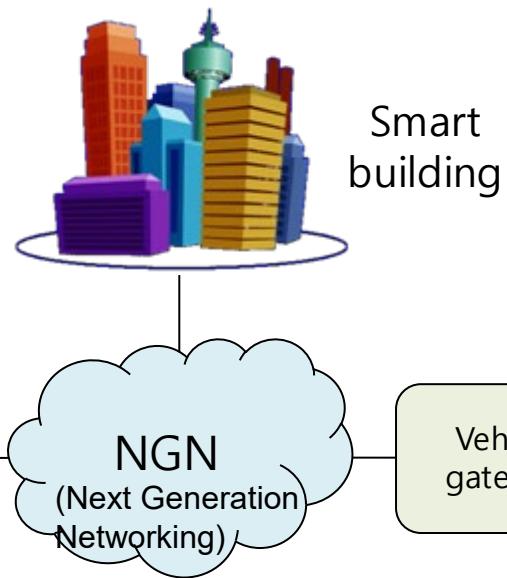
Energy management in home/building environment



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
Original Equipment Manufacturer (OEM) devices

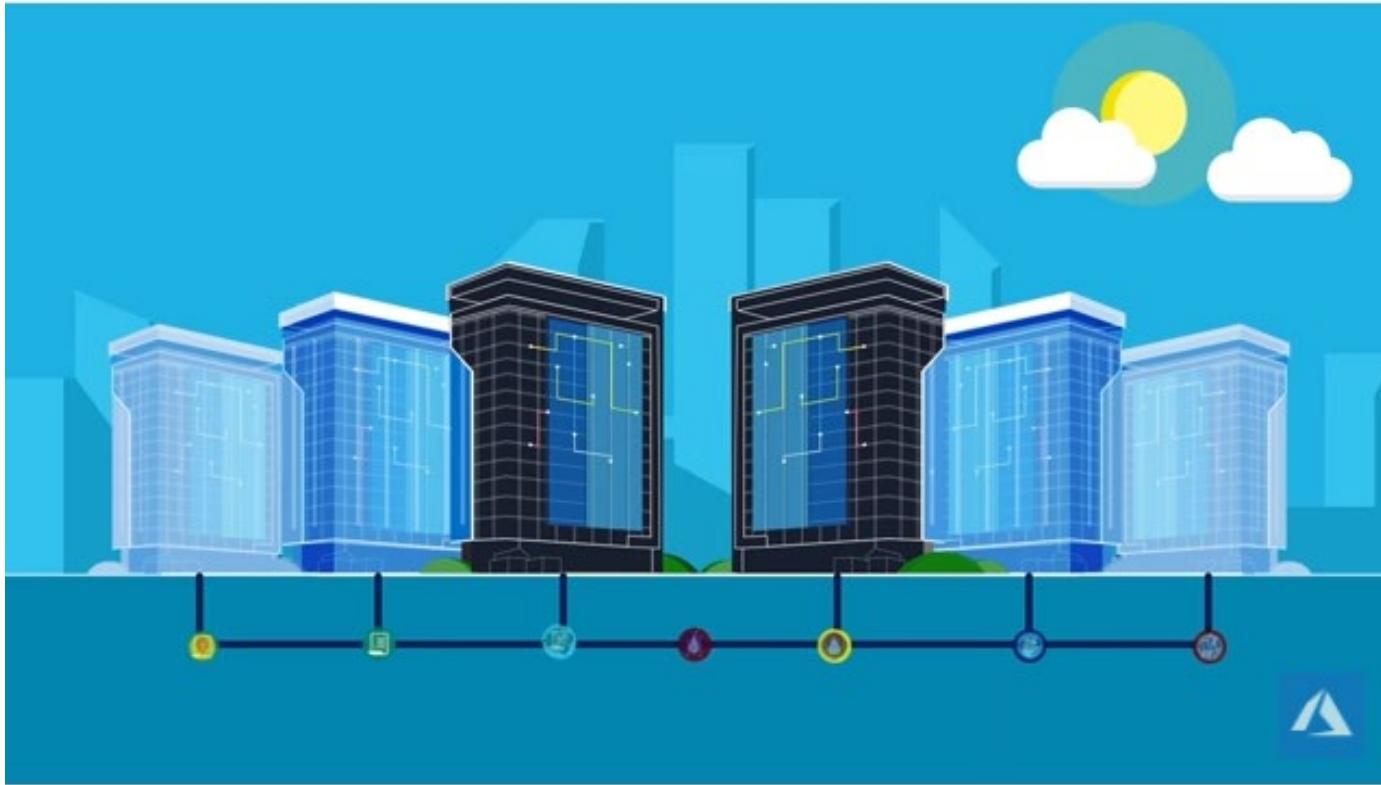


networked vehicle

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 uso



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

Índice

- Internet del Futuro
- **Internet de las Cosas (IoT)**
- Internet en el borde (*edge computing*)
- IoT y Big Data
- Conclusión

Internet de las Cosas

- "El Internet de las cosas" fue acuñado por Kevin Ashton de Procter & Gamble en una presentación en 1999.
- Inicialmente ligado a RFID
- Ashton se mudó al Instituto de Tecnología de Massachusetts, donde cofundó y dirigió Auto-ID Center: el laboratorio de investigación que ayudó a construir la base del Internet de las cosas

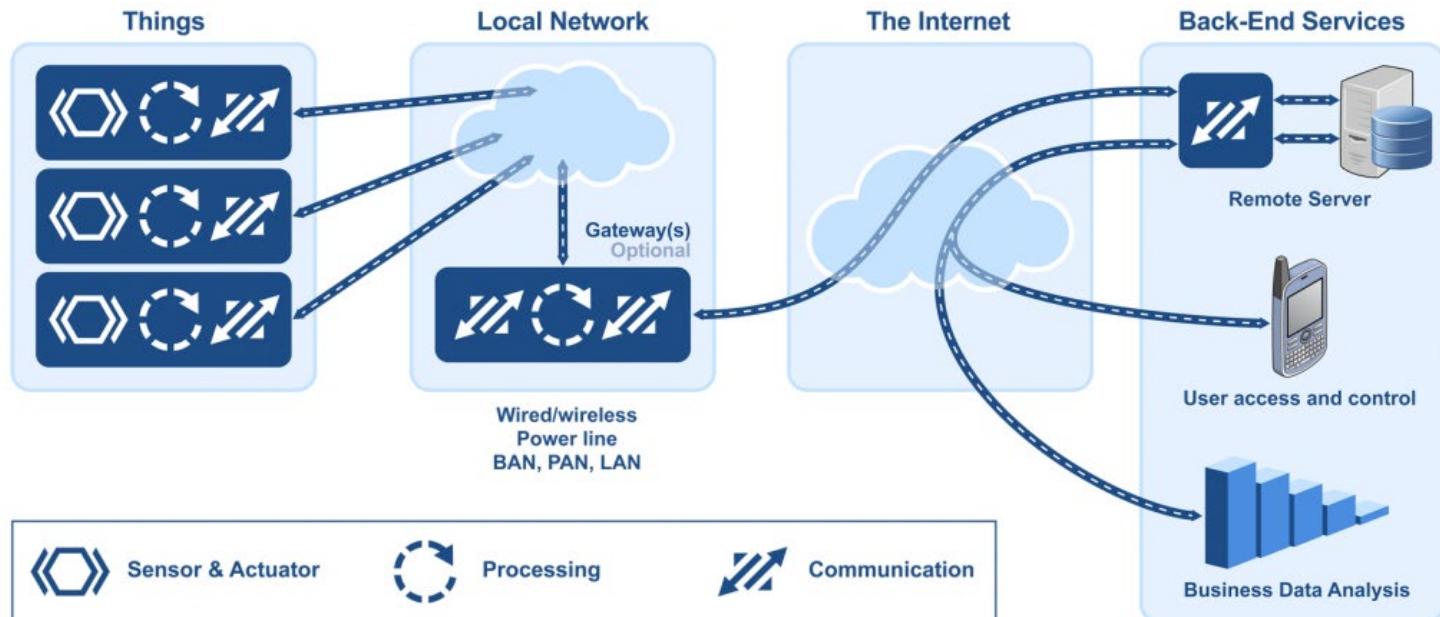
Internet de las Cosas

- IoT consiste en conjuntos de **dispositivos y estrategias de comunicación heterogéneos**
- 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**.



IoT como paradigma de comunicaciones

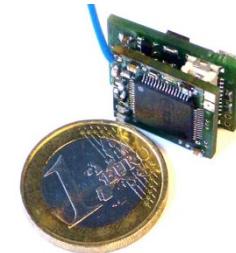
- La naturaleza del entorno de IoT requiere **protocolos, diseños de red y arquitecturas** de servicio que puedan hacer frente a miles de millones de entidades de IoT, y conectar a los proveedores de datos con los consumidores.



Redes inalámbricas como tecnologías facilitadora

- Accesos multipunto económicos:

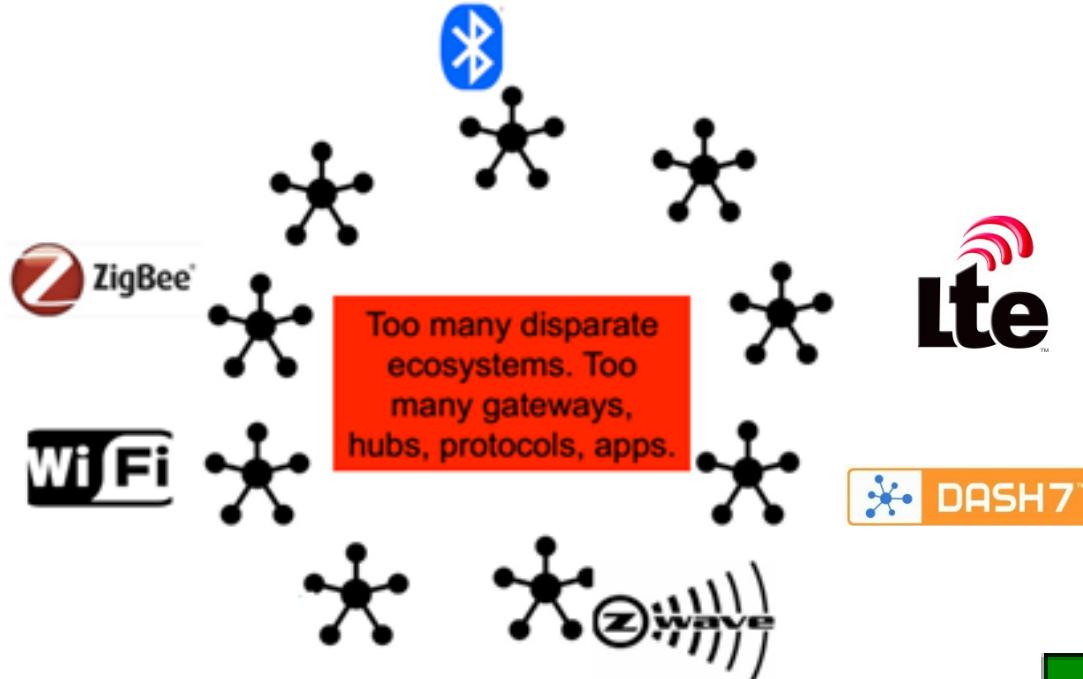
- Nuevos tipos de dispositivos
- Nuevos usos



- Baratos de instalar: cablear es lento, tedioso y caro
- Cobertura Global
 - Desde Near Field (NFC) a Satélite o 4G/5G
 - Cualquier lugar



Redes inalámbricas como tecnologías facilitadora



Need interoperability
between devices/
machines so they can
all talk to each other.

Monitorización y automatización



Energy Efficiency

Predictive maintenance



Healthcare



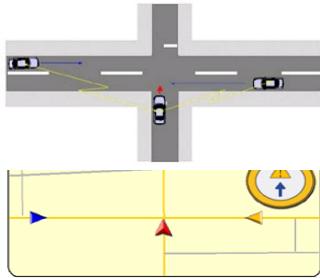
Defense



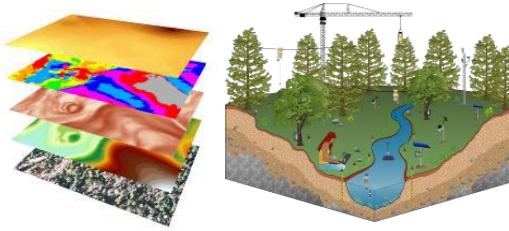
Asset tracking



Industrial Automation



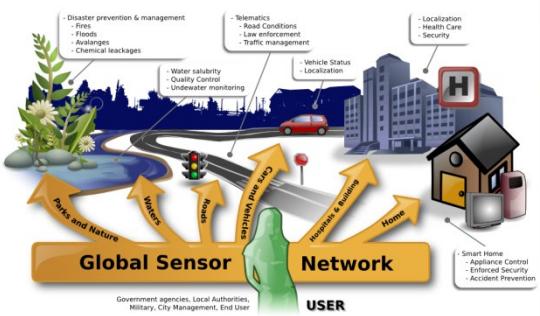
Car 2 Car



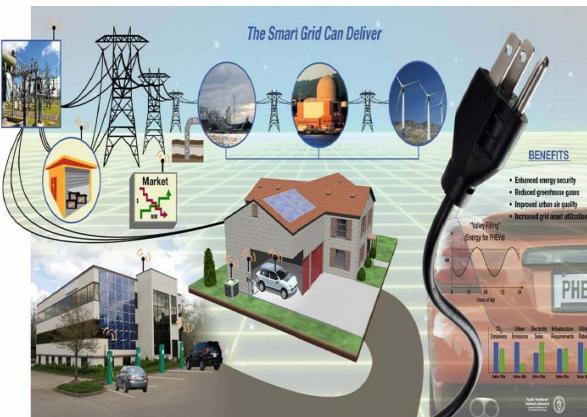
Research & Discovery



Agriculture



Smart Cities



Smart Grid



Smart Home



Intelligent Building

Claves del mercado

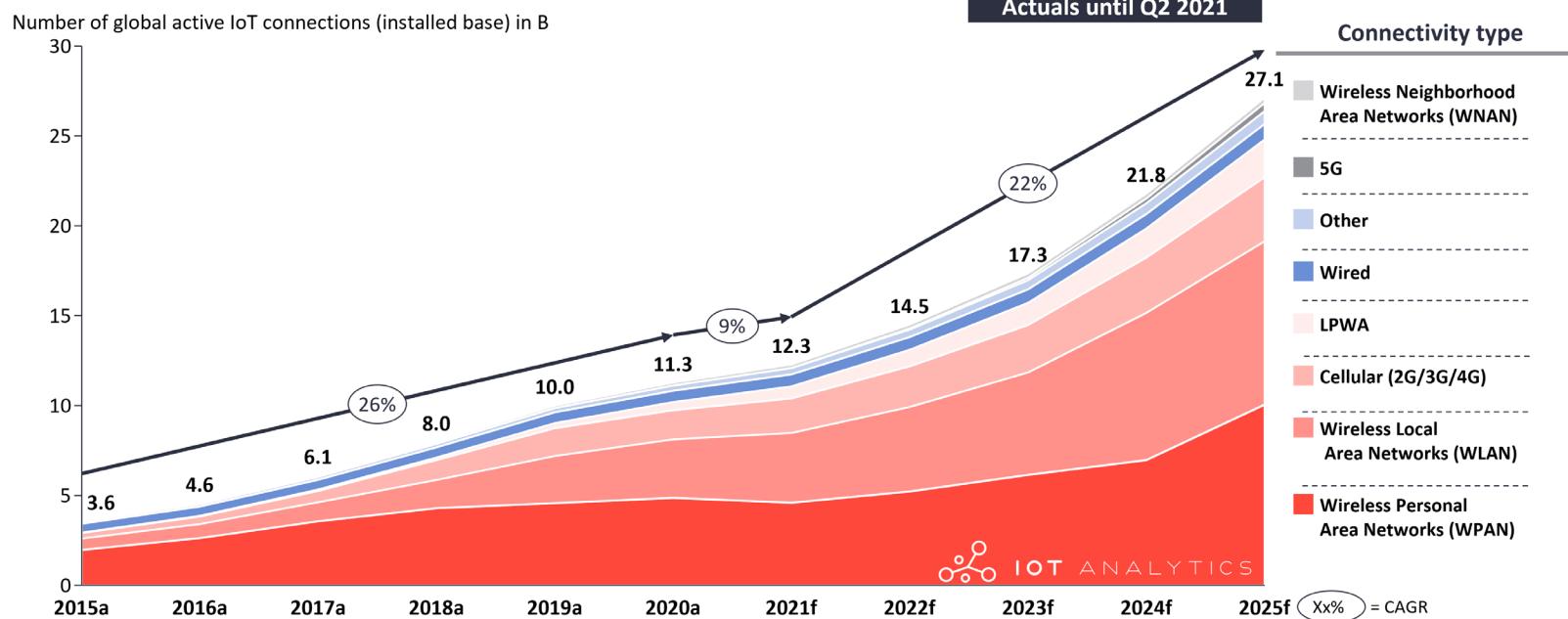
- Algunas cifras:
 - Mercado global de USD 308,97 billones en 2020.
 - Crecimiento del 23,1% en 2020 con respecto al promedio del período 2017-19.
- Para el período 2021-28 la perspectiva de crecimiento es de \$381.30 billones USD en 2021 a \$1,854.76 billones USD en 2028 con una tasa de crecimiento anual compuesto (CAGR) del 25.4% en dicho período.

Claves del mercado

September 2021

Your Global IoT Market Research Partner

Global IoT market forecast (in billion connected IoT devices)



Note: IoT Connections do not include any computers, laptops, fixed phones, cellphones or tablets. Counted are active nodes/devices or gateways that concentrate the end-sensors, not every sensor/actuator. Simple one-directional communications technology not considered (e.g., RFID, NFC). Wired includes ethernet and fieldbuses (e.g., connected industrial PLCs or I/O modules). Cellular includes 2G, 3G, and 4G. LPWAN includes unlicensed and licensed low-power networks. WPAN includes Bluetooth, Zigbee, Z-Wave, or similar. WLAN includes Wi-Fi and related protocols. WMAN includes non-short-range mesh, such as Wi-SUN. Other includes satellite and unclassified proprietary networks with any range.

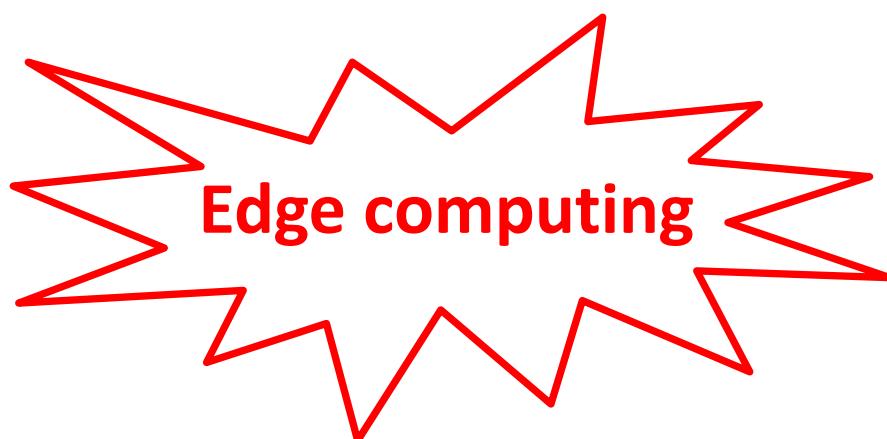
Source: IoT Analytics Research, September 2021 – Please remember to cite IoT Analytics as the source (with link) when re-sharing this content as per our copyright policy

Proyección actual

- 27 billones de nodos IoT@2025: El esquema tradicional de medir → transmitir → procesar no es escalable ni sostenible en términos de ancho de banda y energía consumida.
- Esta limitación es más relevante en el caso de flujos densos de datos tales como la información visual.

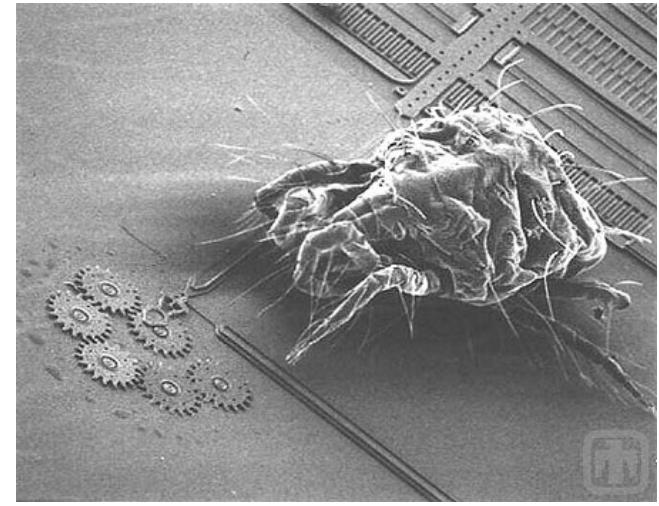
Solución

- Información *versus* datos
- Procesar la información localmente y con bajo coste energético:
 - Nuevas modalidades de sensado
 - Nuevos algoritmos
 - Hardware de propósito específico

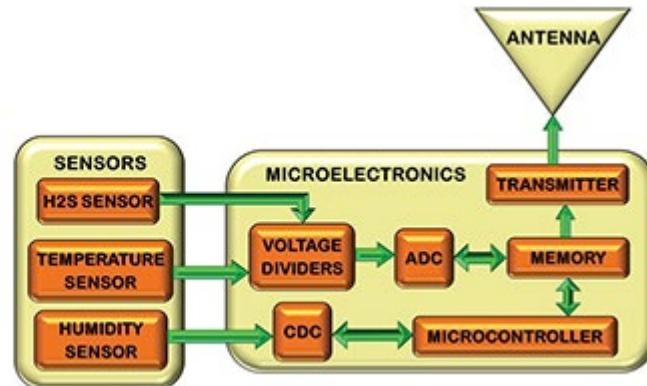
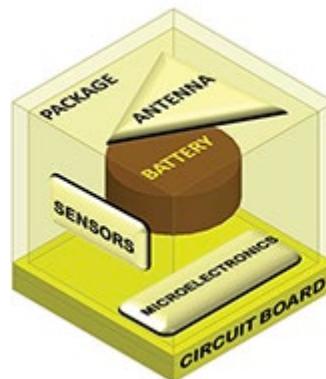


Smart Dust

- Distribución geográfica **arbitraria**
- Numerosos sensores con **capacidades limitadas** (batería...)
- Redes inalámbricas de sensores de escala sub-milimétrica **autónomos**
- Programa [SHIELD](#) del DARPA para autentificar la cadena de suministro en chips para aplicaciones de defensa

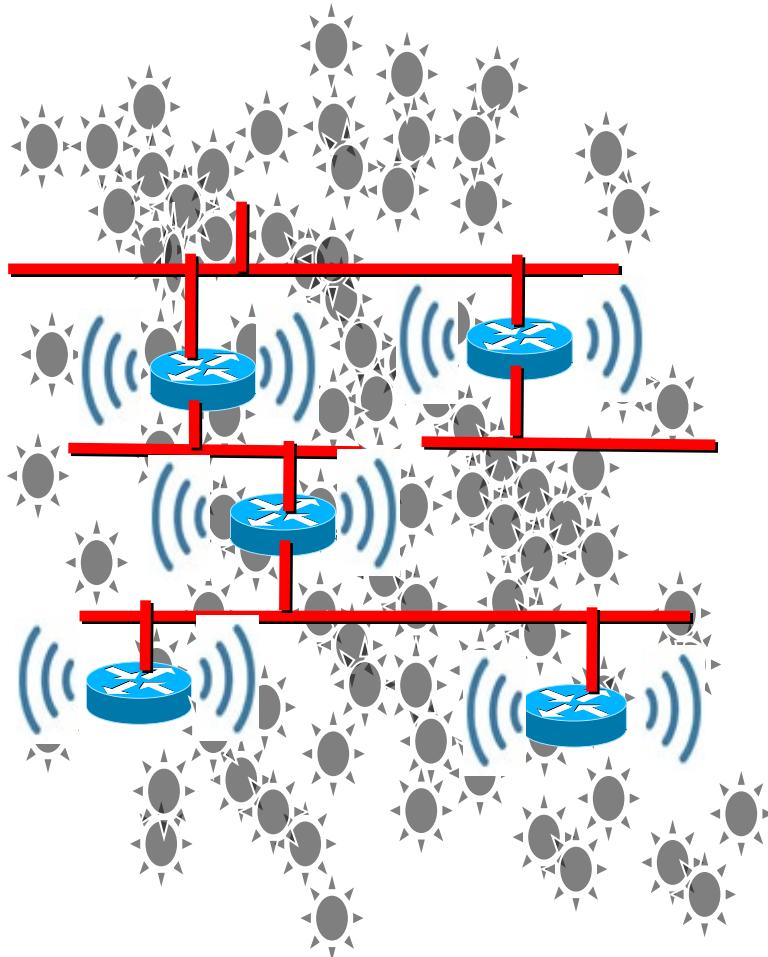


Ácaro de menos de 1 mm de tamaño aproximándose a una cadena de engranajes microscópicos. (Imagen: Sandia National Laboratories)



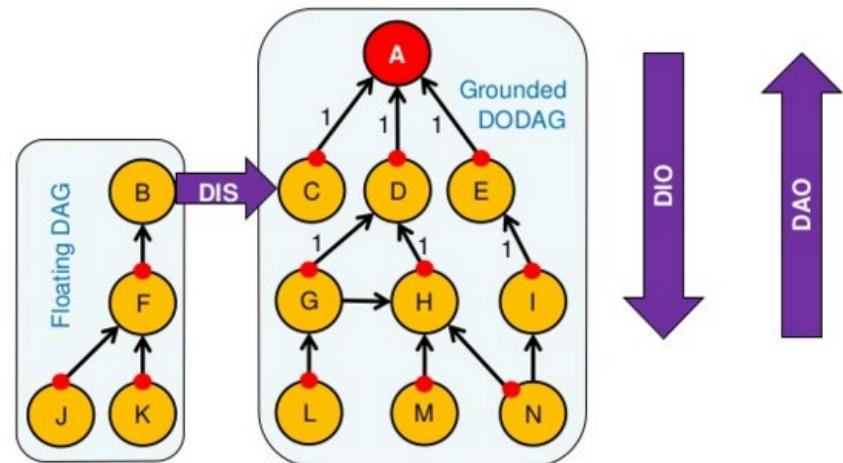
Smart Dust

- Shortest Geopath Routing (e.g. protocolo RPL, *Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks*)
- Comunicación multipunto a punto (MP2P), punto a multipunto(P2MP) y punto a punto (P2P)
- RPL puede ser usado con los sistemas operativos de redes de sensores inalámbricos más difundidos, TinyOS y ContikiOS



Smart Dust - RPL

- Redes inalámbricas de bajo consumo
- Topología tipo DAG (grafo acíclico dirigido)
 - Cada nodo tiene un *rango* que aumenta al alejarse del nodo raíz (DODAG). Criterio de selección de ruta → rango más bajo:
 - Mensaje DIS
 - Mensajes DIO
 - Mensajes DAO



Smart Dust

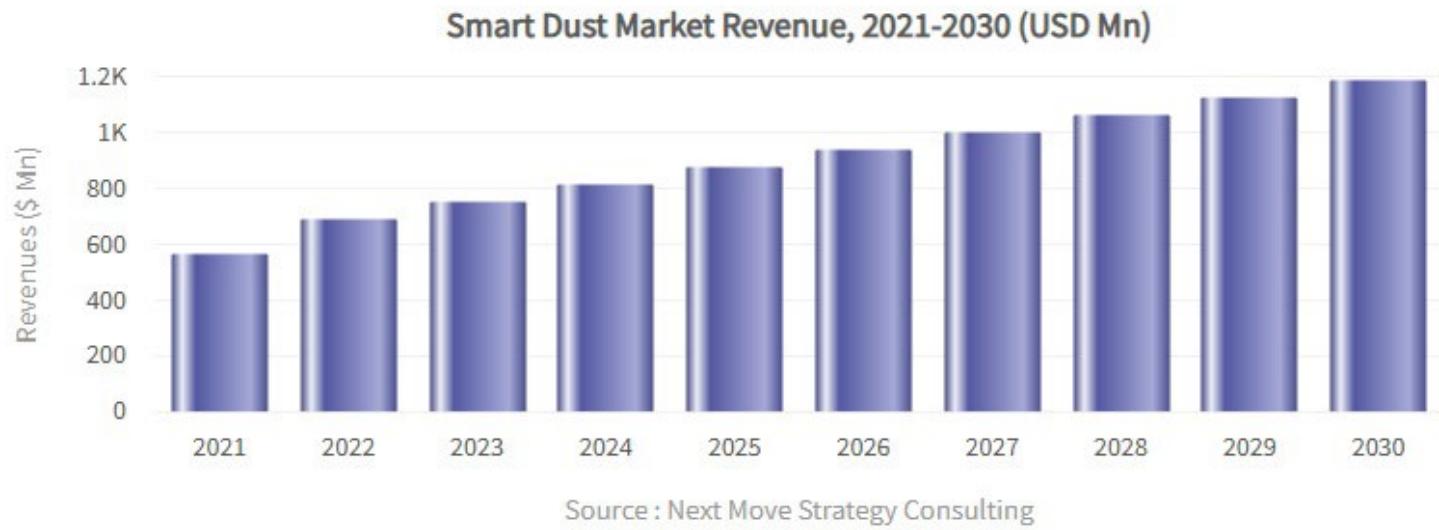
Aplicaciones:

- Agricultura
- Industria
- Medioambiente
- Infraestructura urbana
- Gestión de inventario
- Médica – [Neural Smart Dust](#) and [Iota](#)
- Militar
- Exploración espacial

Retos:

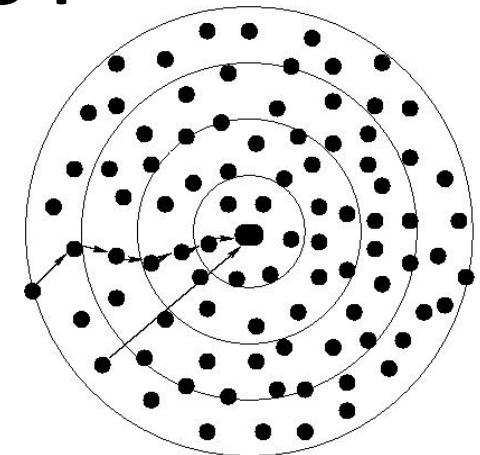
- Privacidad
- Control
- Coste
- Contaminación
- Salud
- Legal

Smart Dust Market

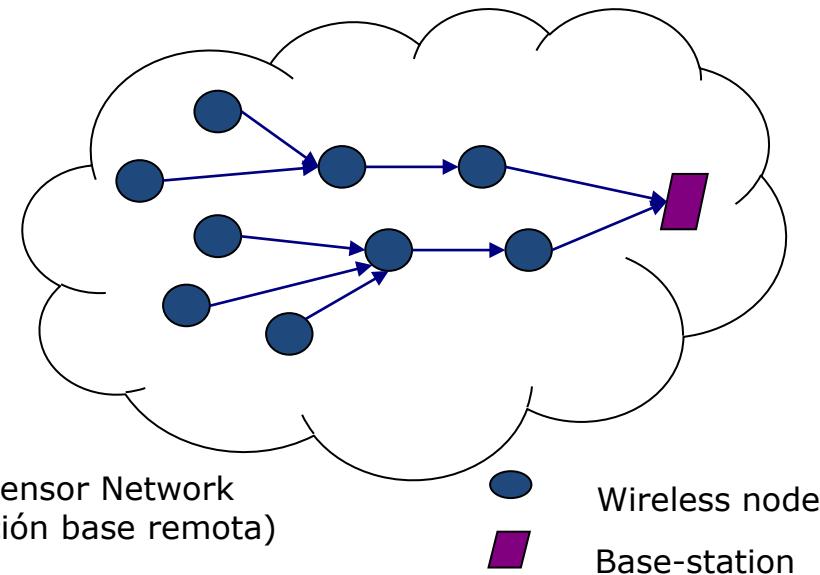


Características de IoT

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



Red de sensores con estación base central



Retos en IoT

- Gran escala
- Interconexión de dispositivos heterogéneos, sistemas operativos y subredes
- Apertura y seguridad
 - ¿Es posible conectar cualquier cosa a Internet?
 - ¿Queremos?
 - Protección empresarial
 - Seguridad y privacidad
 - Confianza



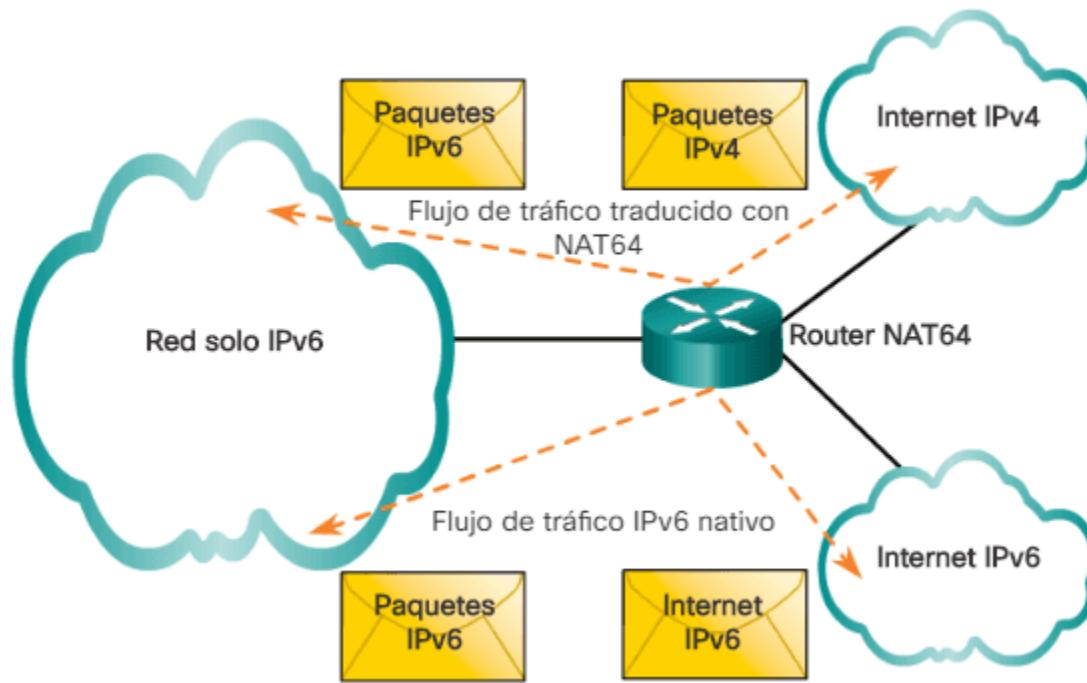
Dirección IP en los sensores

- ¿Por qué IP?
- Estándares abiertos vs. propietarios
 - Los proveedores de COTS (commercial off-the-shelf) reducen los costes
 - Fiabilidad, disponibilidad y seguridad
- Abstracción de IP vs. MAC
 - 802.11, 802.15.4 (e), Sat, 3G, UWB
- Sin gateways intermedios, túneles, middle-boxes y otros “trucos”

NAT y Gateways no escalan

- Los recursos privados se protegen del acceso público detrás de un dispositivo Network Address Translation (NAT), y es a través de este recurso desde el cual las instancias privadas pueden acceder a internet.
- Las *gateways* como NAT solo soportan un conjunto limitado de protocolos
- IP es independiente de los medios de comunicación y también lo es IPv6
- IPv6 proporciona 340 sextillones de direcciones

IPv6 y NAT



¿Por qué una arquitectura de comunicación basada en IP?

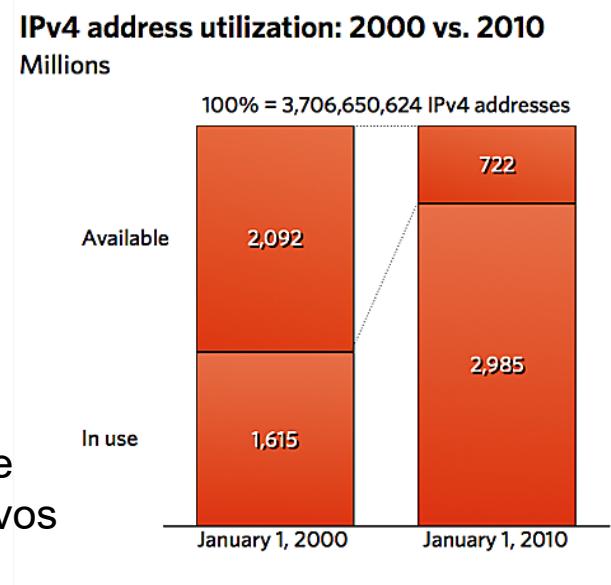
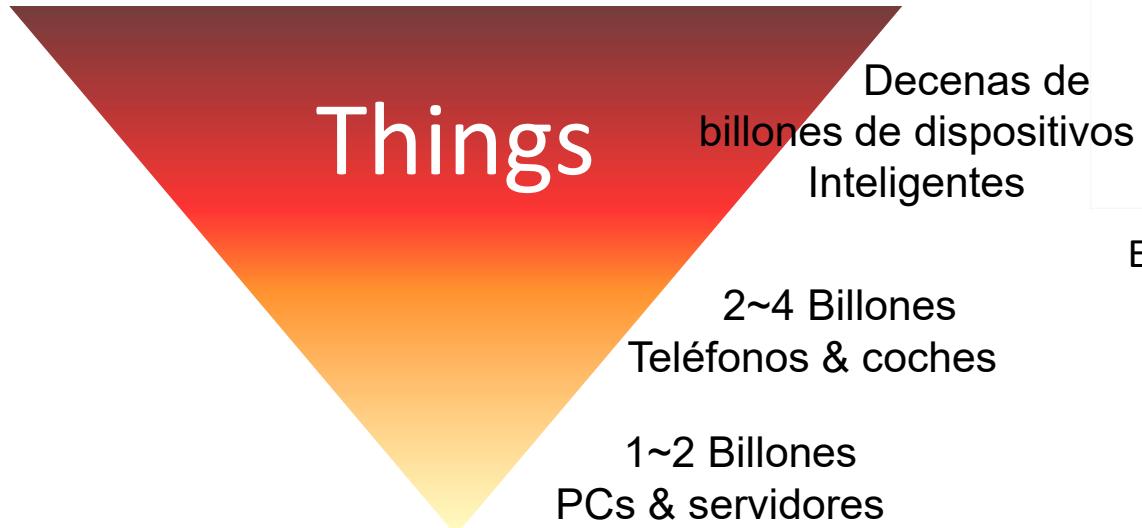
- IP proporciona **una capa de unificación común** a las tecnologías subyacentes
 - 2G/3G, 802.11 a / b / g, 802.11p, 802.16, satélite, ...
 - Cualquier aplicación que se ejecute sobre IP es independiente del medio
- IP asegura la **interoperabilidad**
 - IPs en todas partes: ITS, educación, salud, ejército.
 - Sin estar limitado a una aplicación concreta

¿Por qué una arquitectura de comunicación basada en IP?

- IP asegura la **portabilidad**
 - Los usos ordinarios de Internet se pueden llevar al dispositivo (navegación web, video streaming, ...)
- 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)

¿Qué versión IP?

- Internet 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.**



El pool de direcciones IPv4 exhausto desde 2012

IPv6 características avanzadas

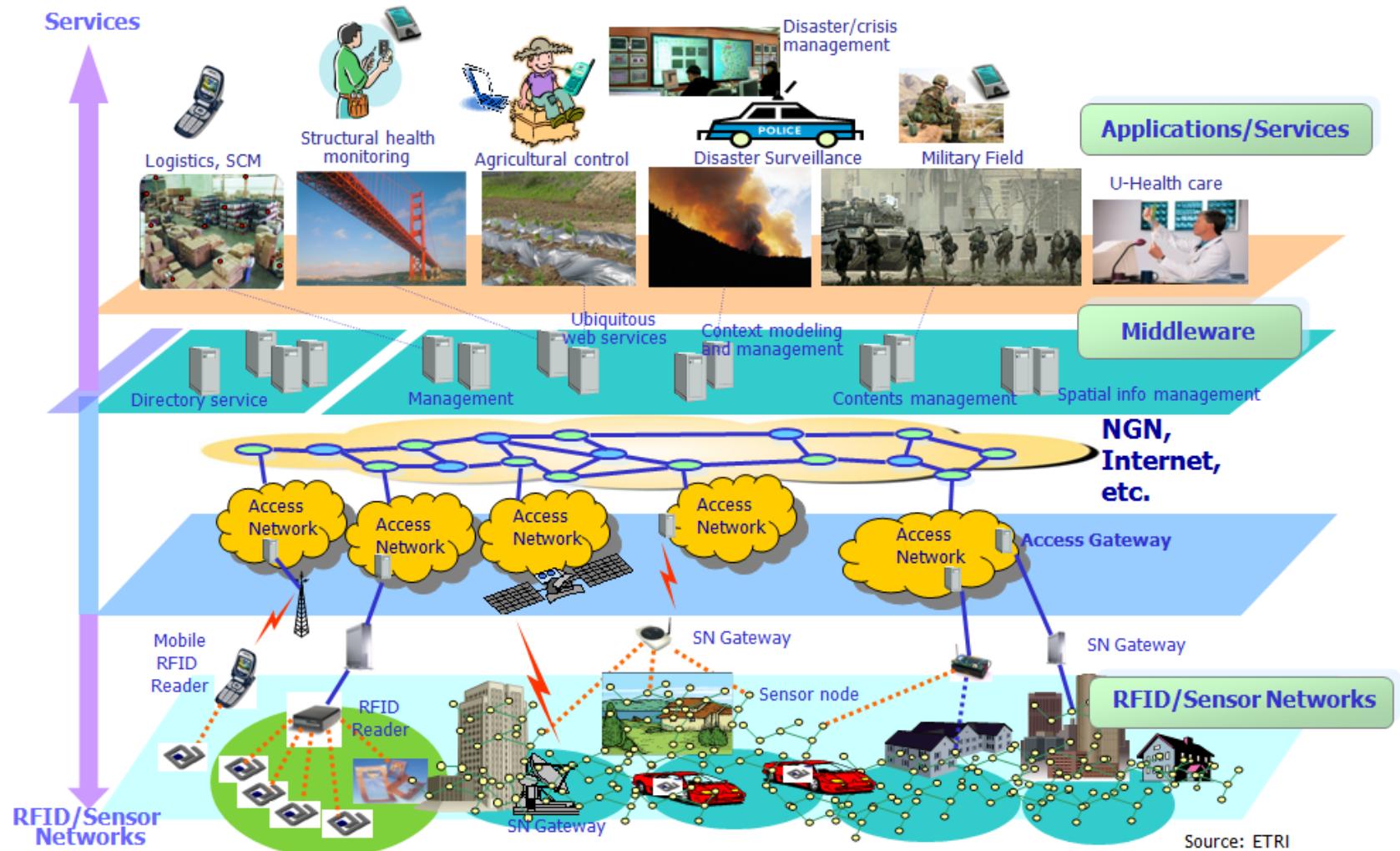
- QoS* para flujos de tráfico prioritarios
- Compatibilidad Anycast y Multicast (múltiples interfaces de red)
- Enrutamiento inalámbrico avanzado para redes multihop
- Movilidad y seguridad
 - Mobile IPv6 (evita triangulación MIpv4)
 - IPSec obligatorio (cifrado y autenticación IP)

*QoS: La calidad de servicio (quality of service o QoS) se refiere a cualquier tecnología que gestiona el tráfico de datos para reducir la pérdida de paquetes, la latencia y el *jitter*, o fluctuación, en una red

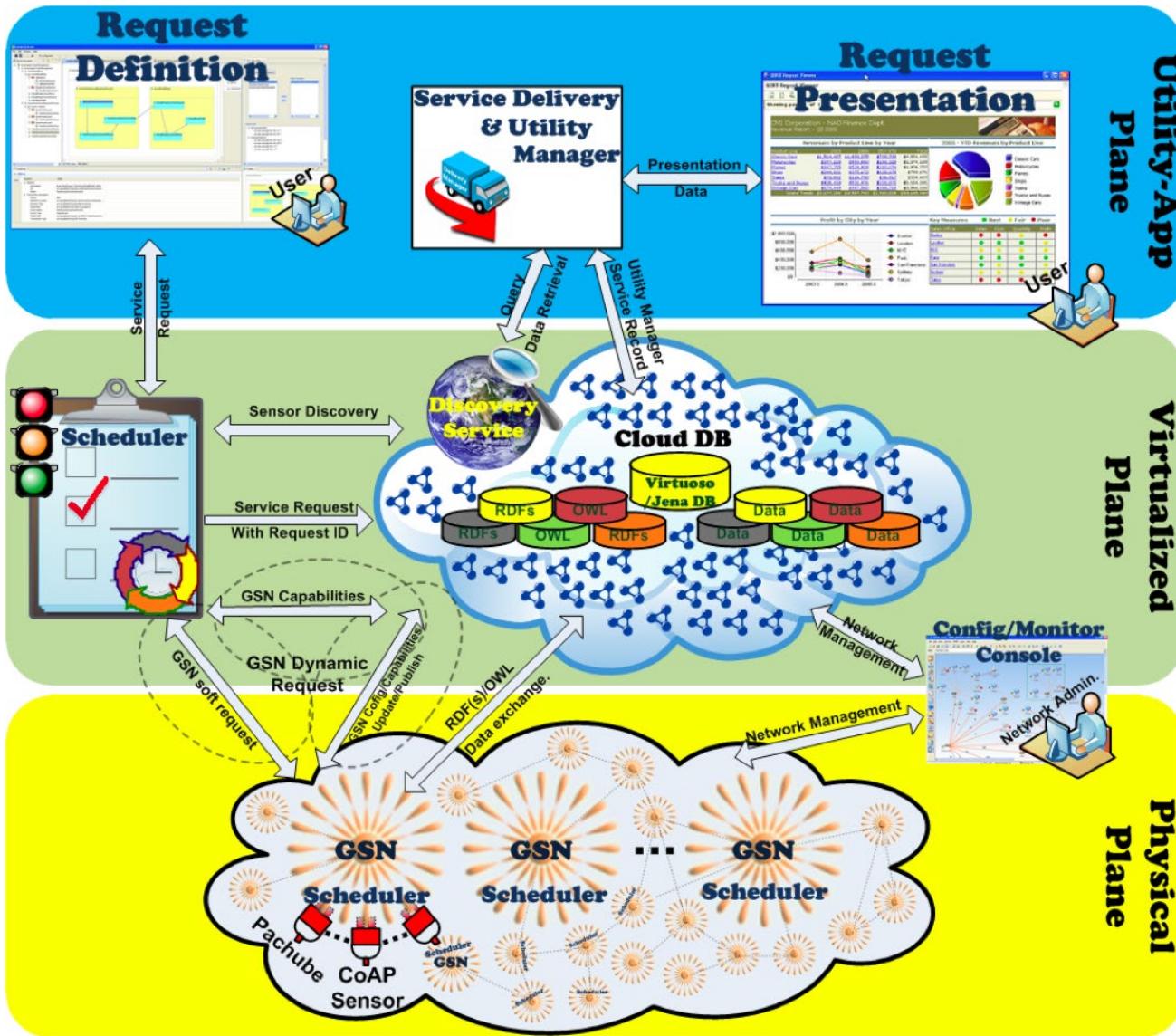
Índice

- Internet del Futuro
- Internet de las Cosas (IoT)
- IoT y Big Data
- Conclusión

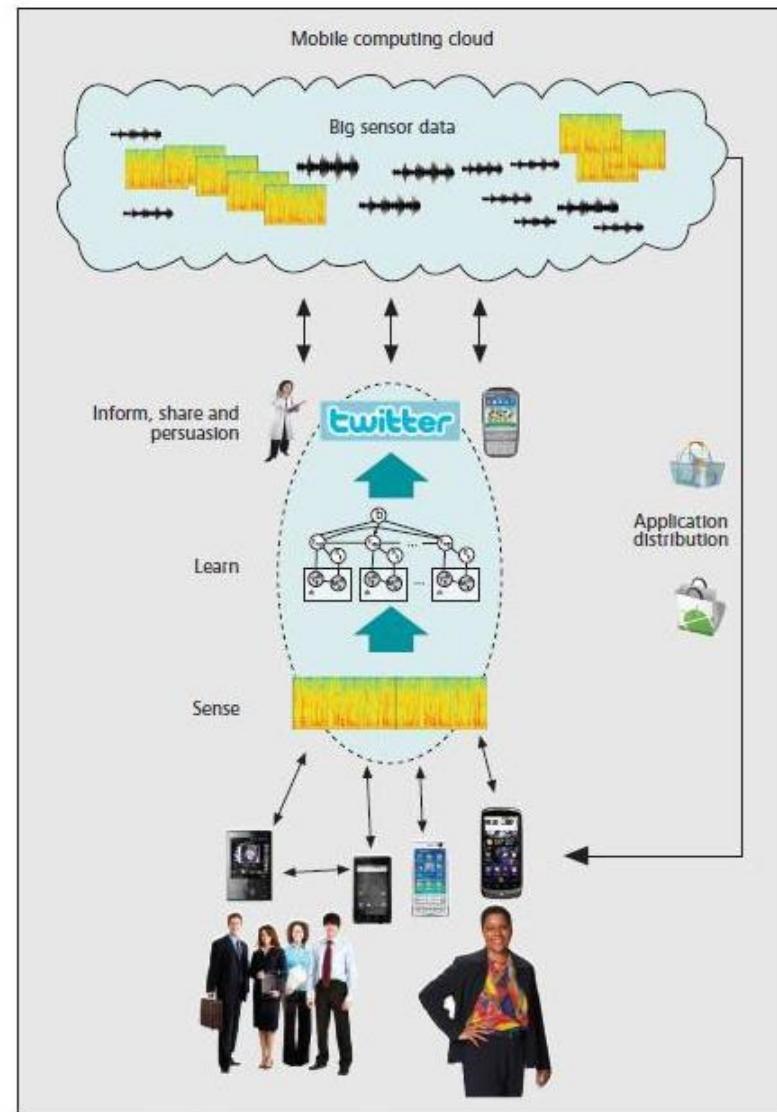
Servicios globales para ciudadanos



Principios de diseño



Arquitectura de sensorización para teléfonos móviles

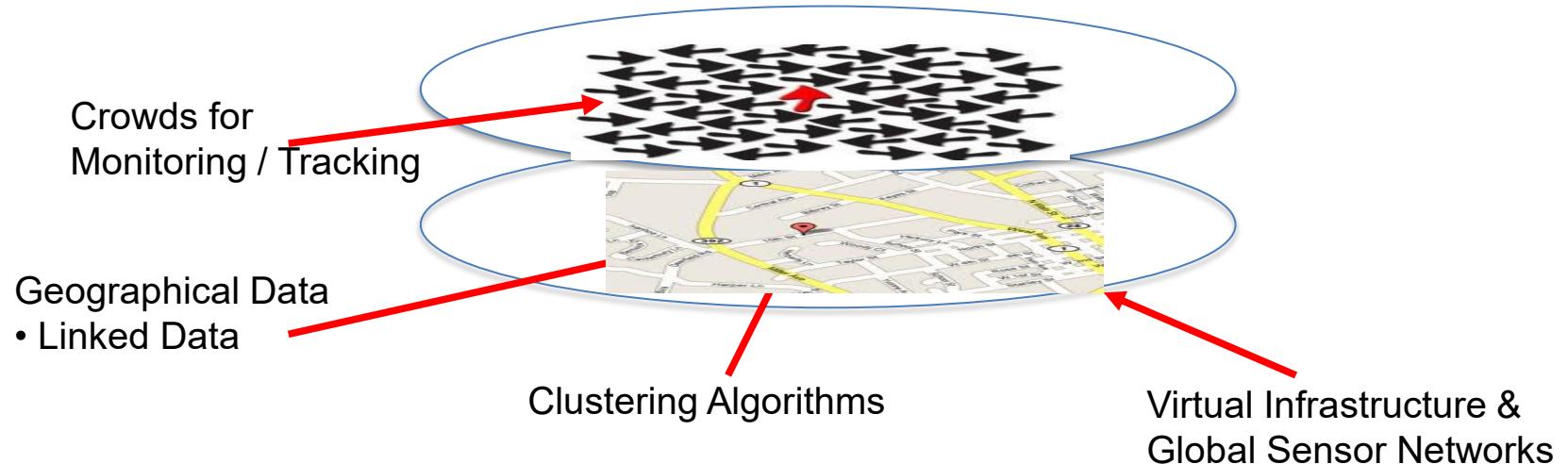


Smart cities



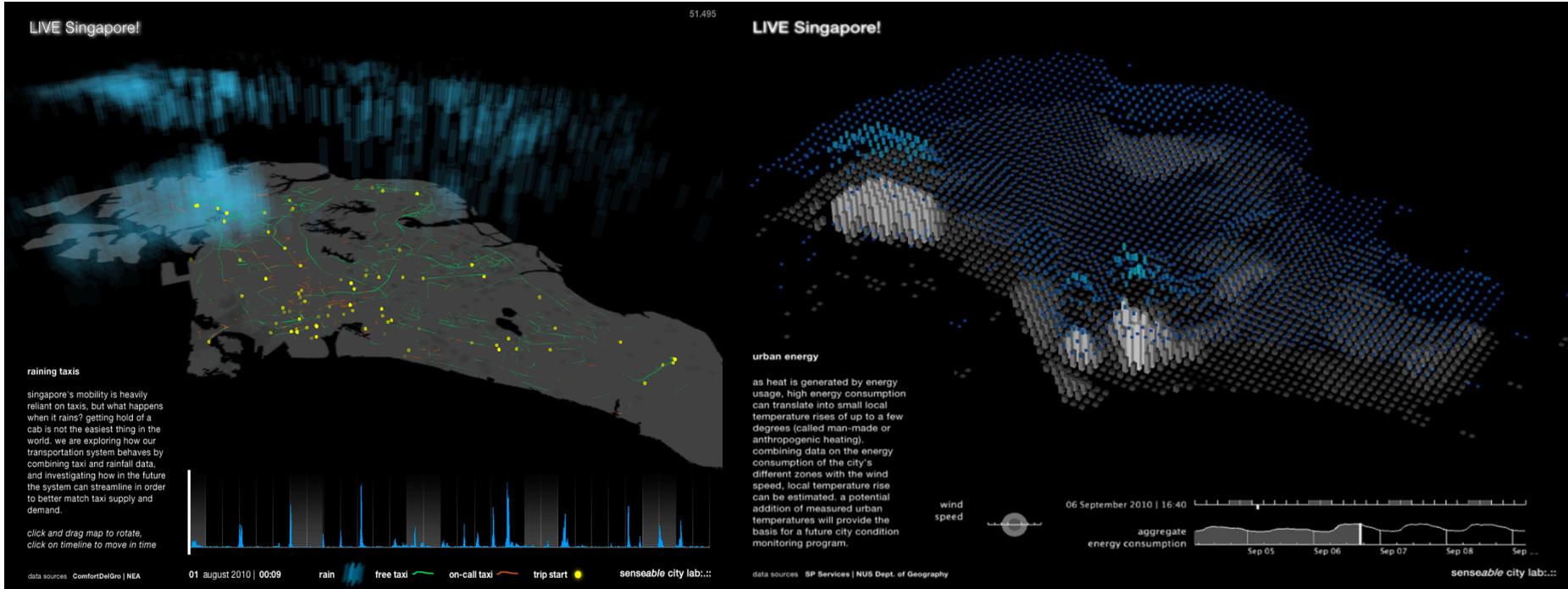
Smart cities

- Monitorizacion de “smart crowds”



Smart cities: caso de uso

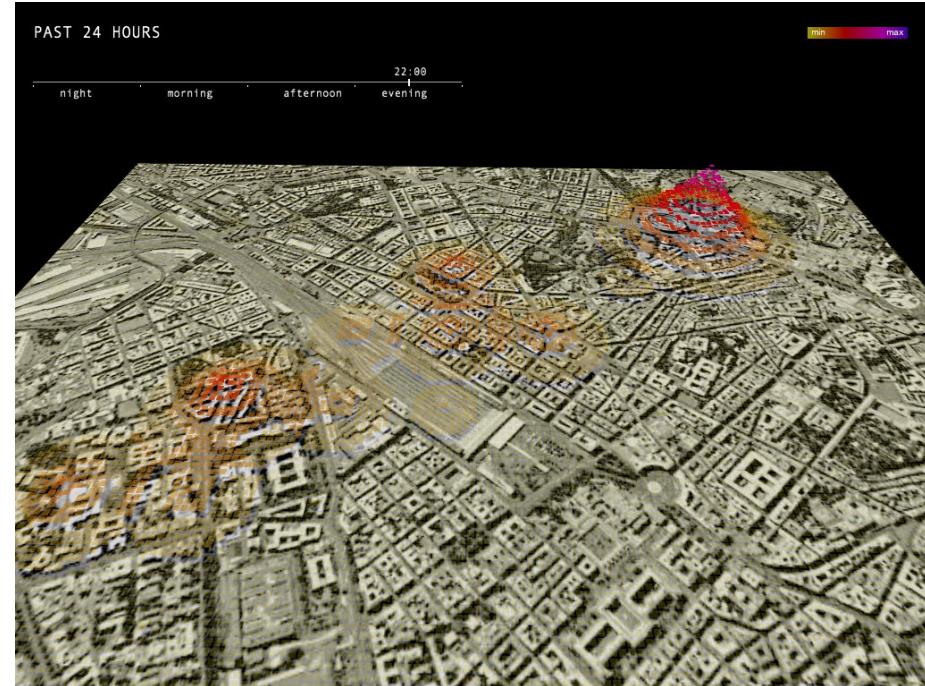
“Live Singapore”, the power of “Crowd-sourcing”



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

Smart cities: caso de uso

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



Índice

- Internet del Futuro
- Internet de las Cosas (IoT)
- IoT y Big Data
- **Conclusión**

Conclusión

- IoT es un elemento clave de Internet
- Potencial para nuevas aplicaciones y servicios
 - SmartCities como área clave para explotar servicios ciudadanos
 - Smartphones como plataforma sensorial.
- Nuevas oportunidades de explotación y definición de servicios centrados en el usuario.
- Desafíos: seguridad y privacidad, integración heterogénea de sistemas heredados