

# Máster en Tecnologías de Análisis de Datos Masivos: BIG DATA

Internet de las Cosas en el Contexto de Big Data

## **ARQUITECTURA DE REFERENCIA EN IoT**

Juan Antonio Martínez [juanantonio@um.es](mailto:juanantonio@um.es)

# Índice

---

- ▶ **Introducción**
- ▶ **Dispositivos y sensorización**
- ▶ **Edge network**
- ▶ **Procesado, gestión y presentación de datos**
- ▶ **Acceso a datos (aplicación)**
- ▶ **Conclusión**

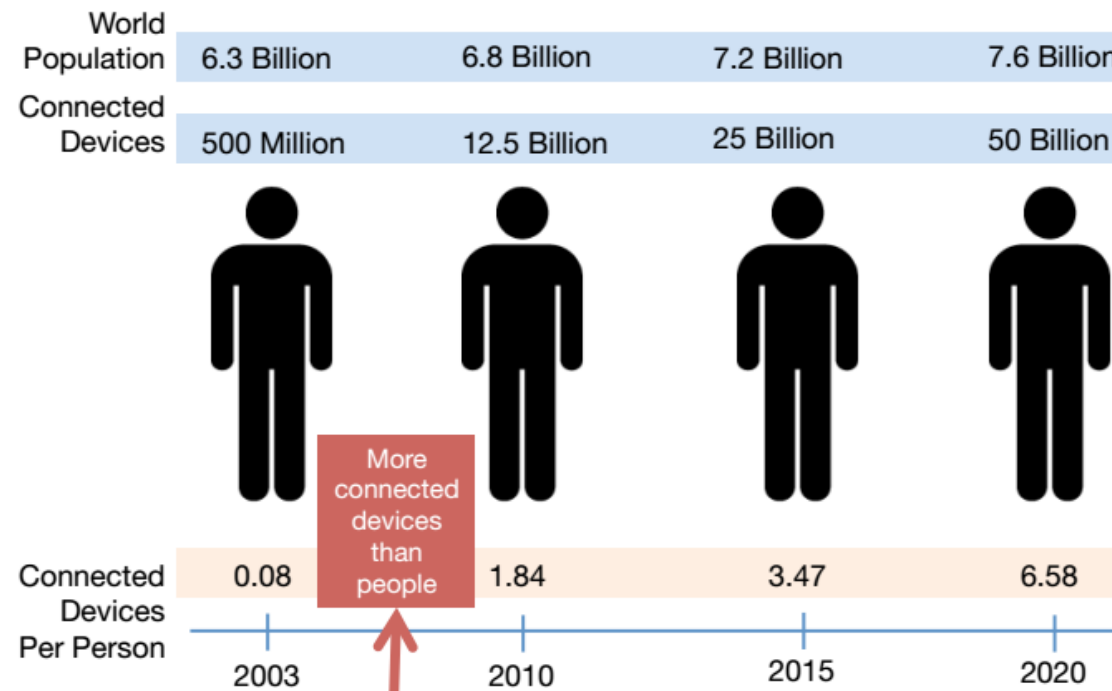
- ▶ *“The Internet of Things (IoT) is the network of physical objects or “things” embedded with electronics, software, sensors, and network connectivity, which enables these objects to collect and exchange data”*
- ▶ Ecosistema IoT: infinidad de dispositivos, tecnologías, protocolos, servicios, etc. bajo el mismo paradigma



# Introducción

## Necesidad de una arquitectura de referencia

### (i) Número de dispositivos conectados



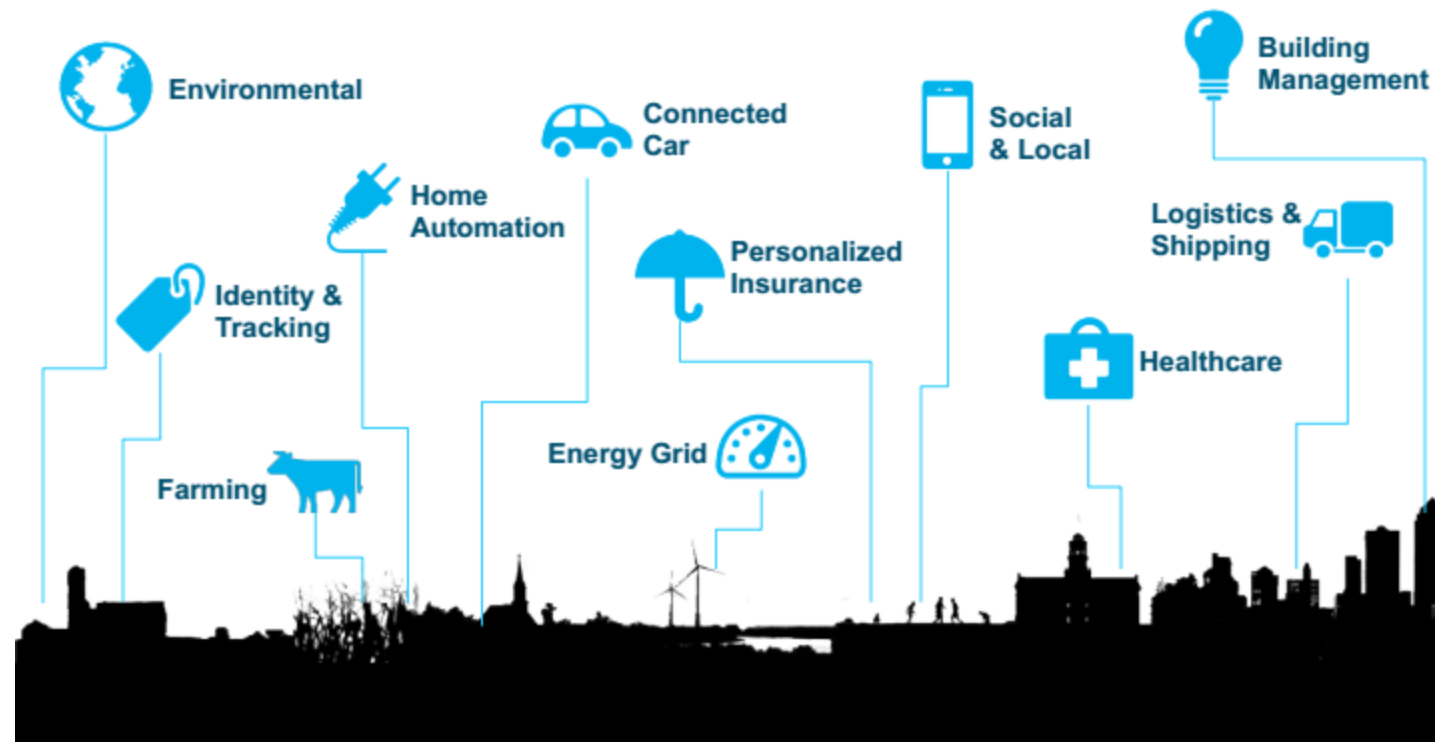
15.1 Billion  
2023

25.1 Billion  
2027

# Introducción

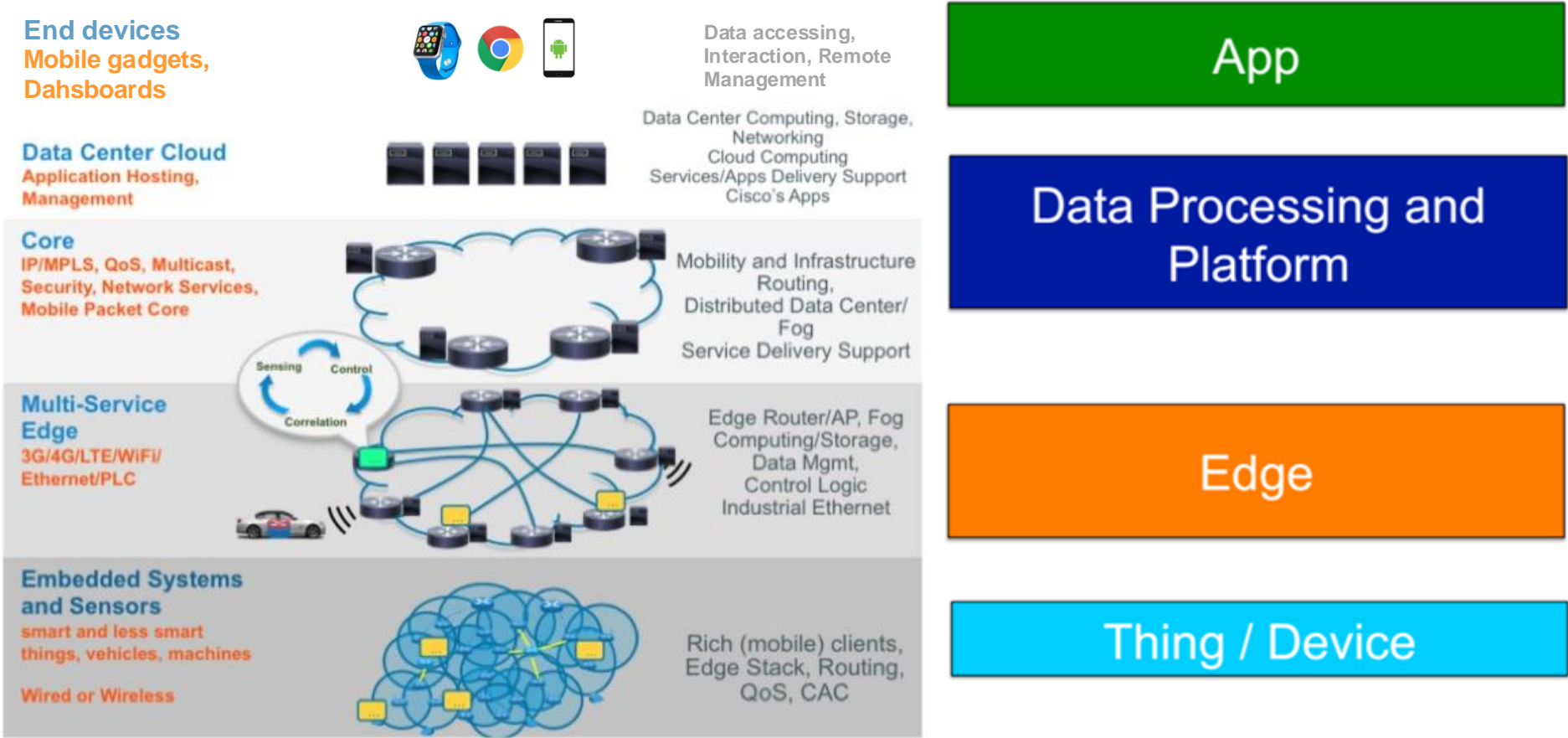
Necesidad de una arquitectura de referencia

(ii) Heterogeneidad de servicios



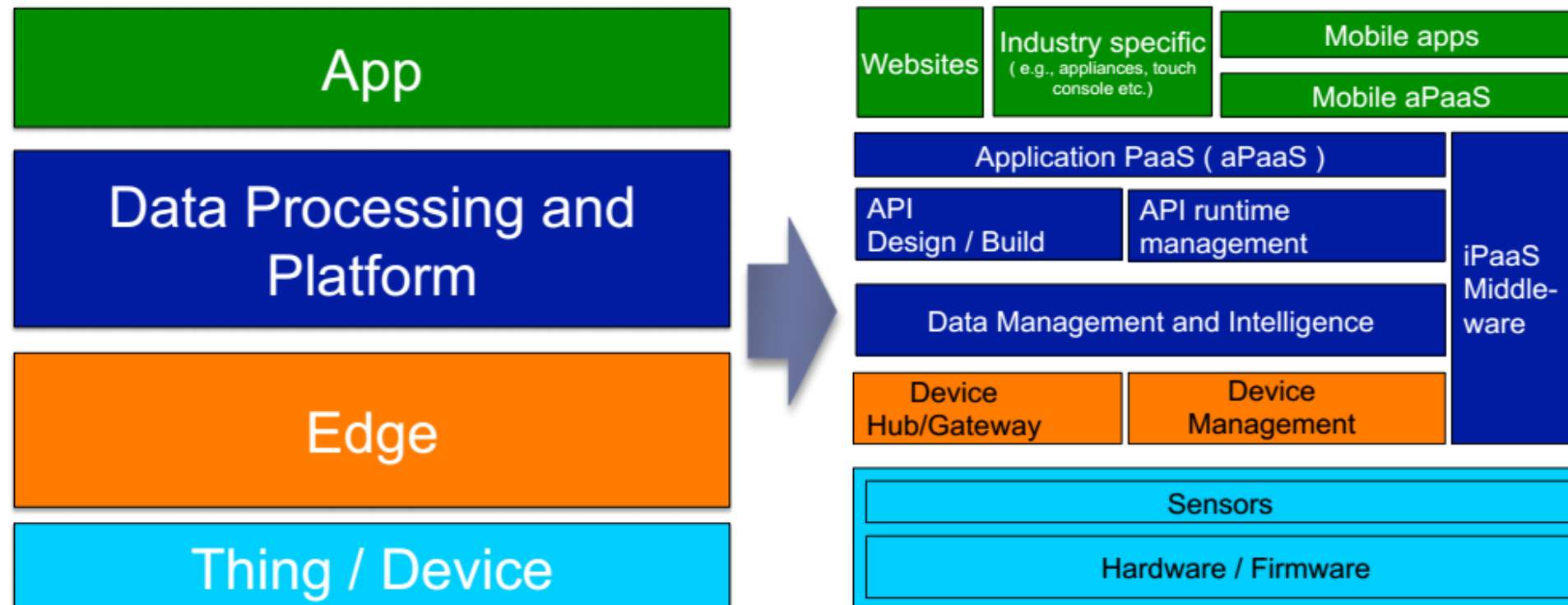
# Introducción

## Arquitectura general a alto nivel de un sistema IoT



# Introducción

## Arquitectura detallada IoT



# Índice

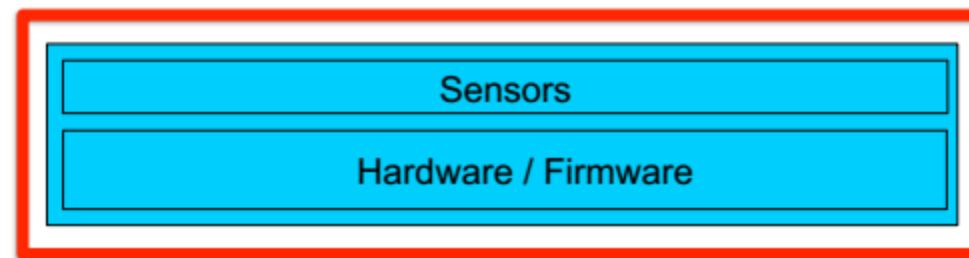
---

- ▶ **Introducción**
- ▶ **Dispositivos y sensorización**
- ▶ **Edge network**
- ▶ **Procesado, gestión y presentación de datos**
- ▶ **Acceso a datos (aplicación)**
- ▶ **Conclusión**



# Dispositivos y sensorización

---



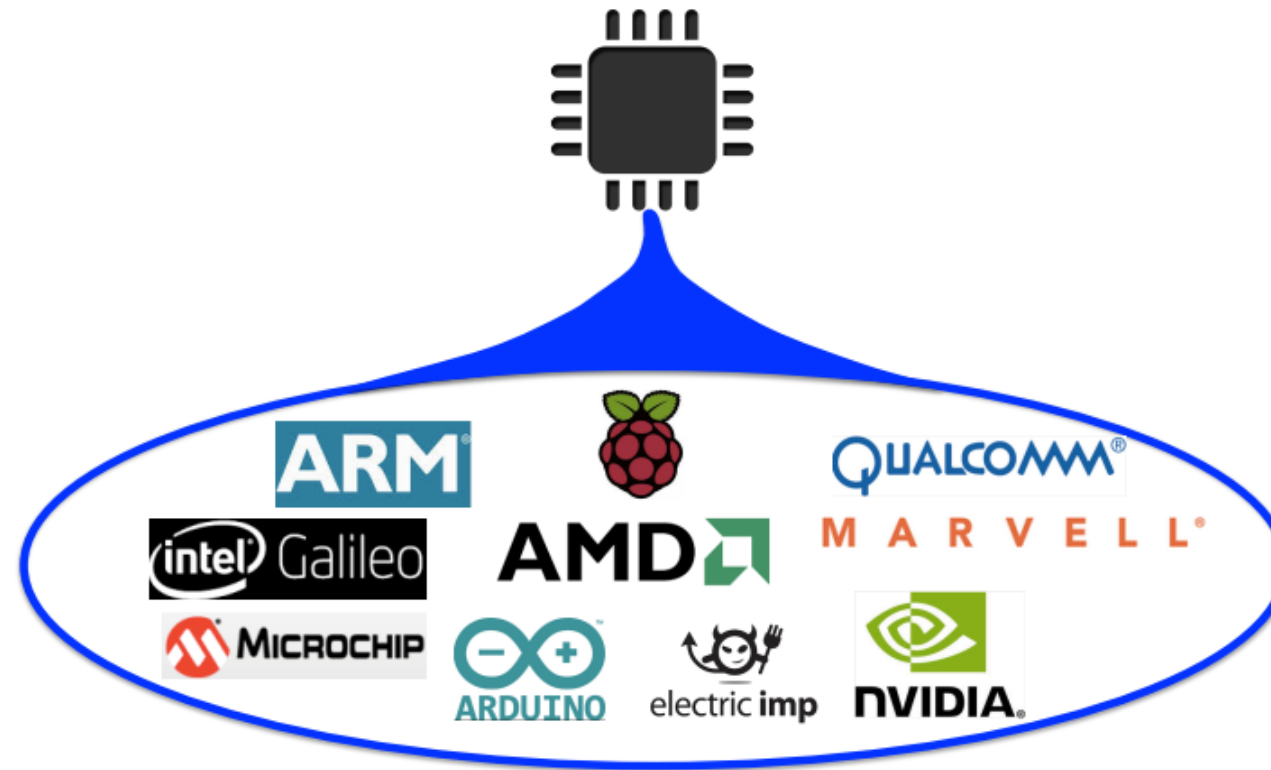
# Dispositivos y sensorización

---

- ▶ Elementos en contacto con el medio
- ▶ Capa más baja del sistema → Diseño hardware
- ▶ Restricciones impuestas en diseño:
  - ▶ Consumo energético y coste por unidad
    - ▶ Procesamiento
    - ▶ Tipo de conectividad
    - ▶ Memoria
    - ▶ Almacenamiento

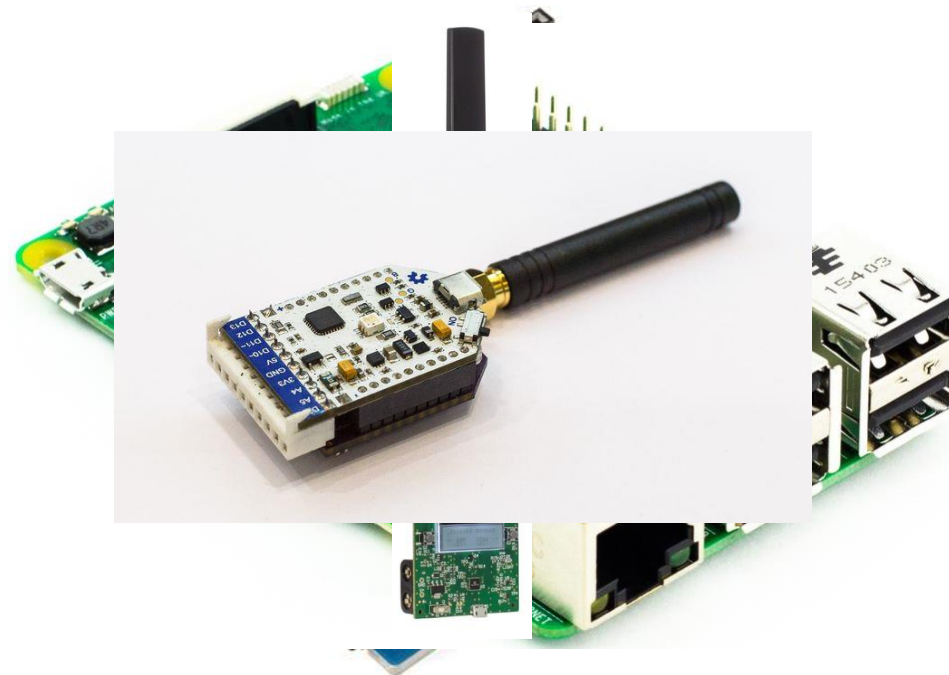
# Dispositivos y sensorización

- ▶ Existe un gran número de procesadores y plataformas diferentes



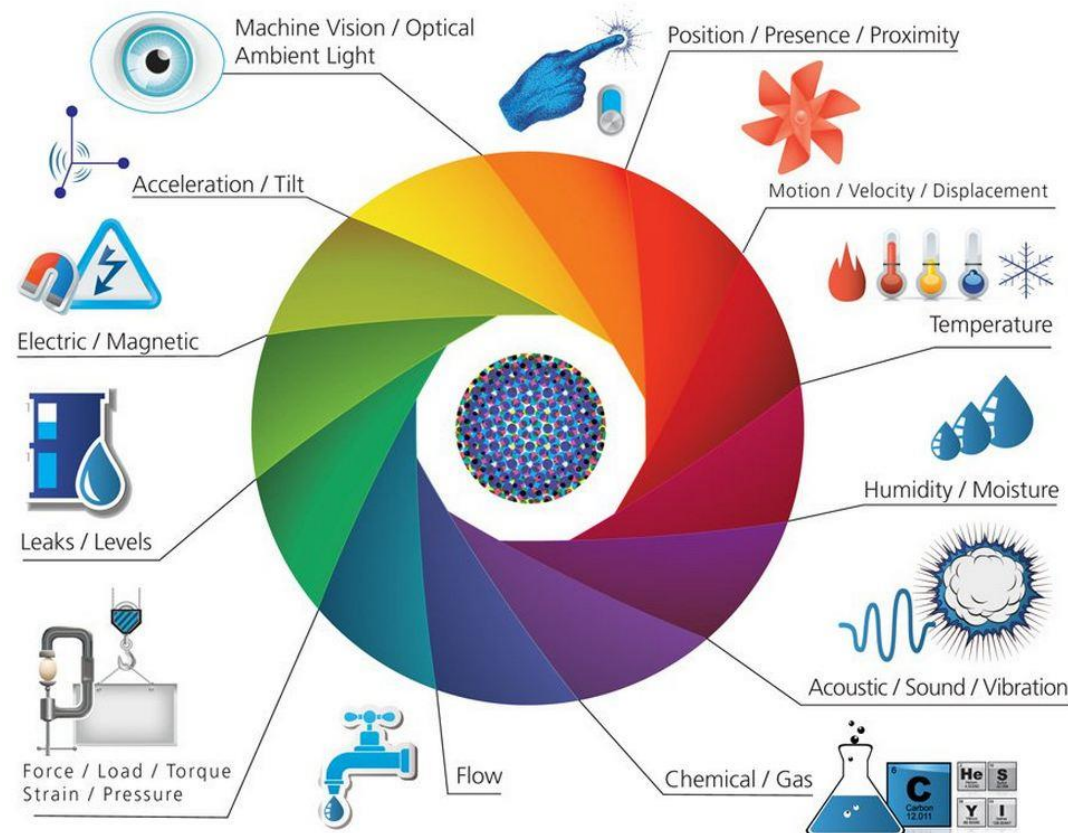
# Dispositivos y sensorización

## ► Ejemplos de dispositivos



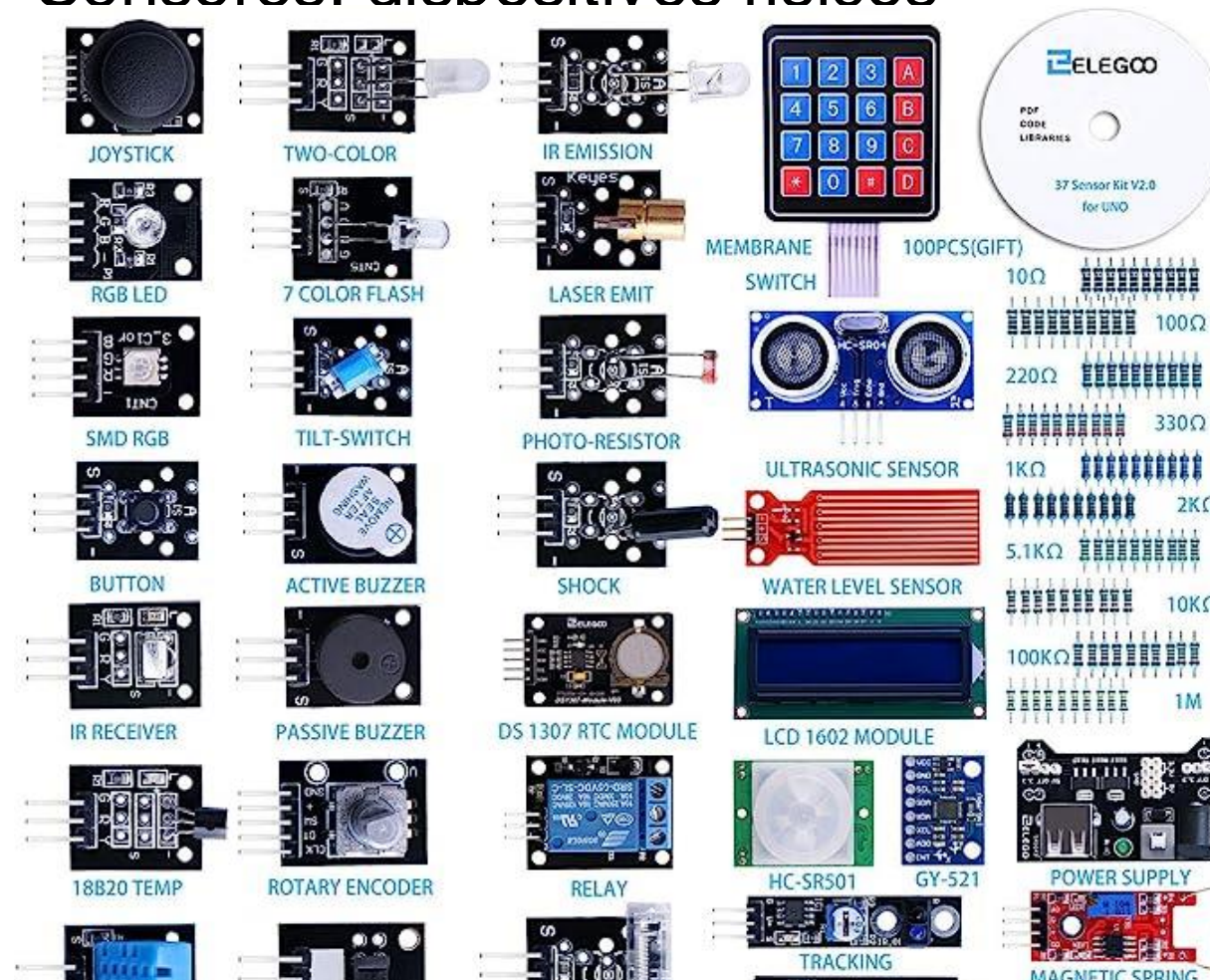
# Dispositivos y sensorización

- Sensor: dispositivo que detecta o mide una magnitud física y entrega una valoración de la misma



# Dispositivos y sensorización

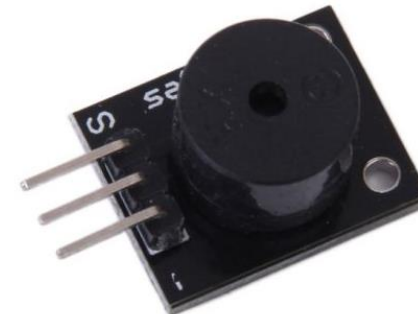
## ► Sensores: dispositivos físicos





# Dispositivos y sensorización

- ▶ Actuador: dispositivo capaz de transformar energía en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado



# Índice

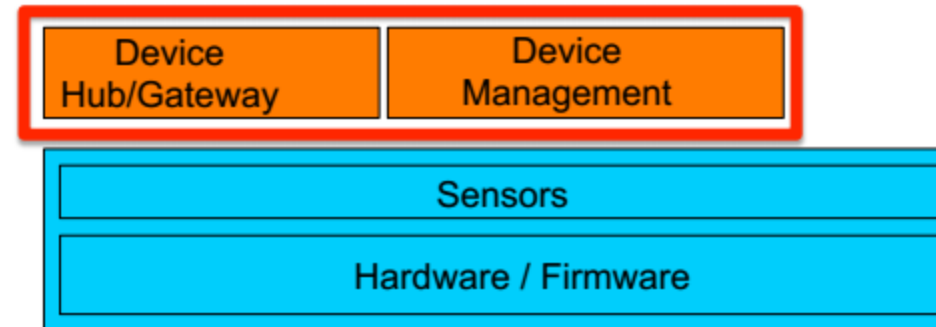
---

- ▶ **Introducción**
- ▶ **Dispositivos y sensorización**
- ▶ **Edge network**
- ▶ **Procesado, gestión y presentación de datos**
- ▶ **Acceso a datos (aplicación)**
- ▶ **Conclusión**



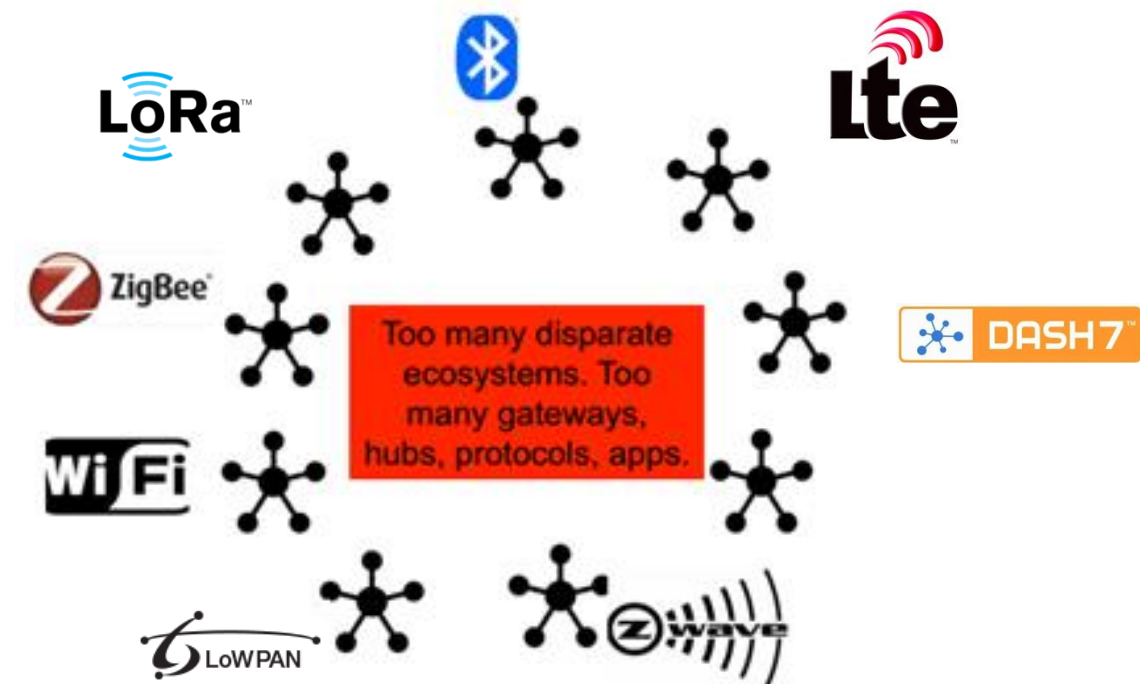
# Edge network

---



# Edge network

- ▶ Red de comunicación entre los dispositivos y el exterior (o entre ellos mismos)
- ▶ Funciones:
  - ▶ Extraer datos recolectados
    - ▶ Comunicación directa con el exterior
    - ▶ Agregar datos: *gateway*
  - ▶ Comunicación entre dispositivos (D2D)
  - ▶ Gestionar dispositivos: reprogramar, reconfigurar, etc.
  - ▶ Ordenar acciones sobre actuadores
- ▶ Múltiples tecnologías:



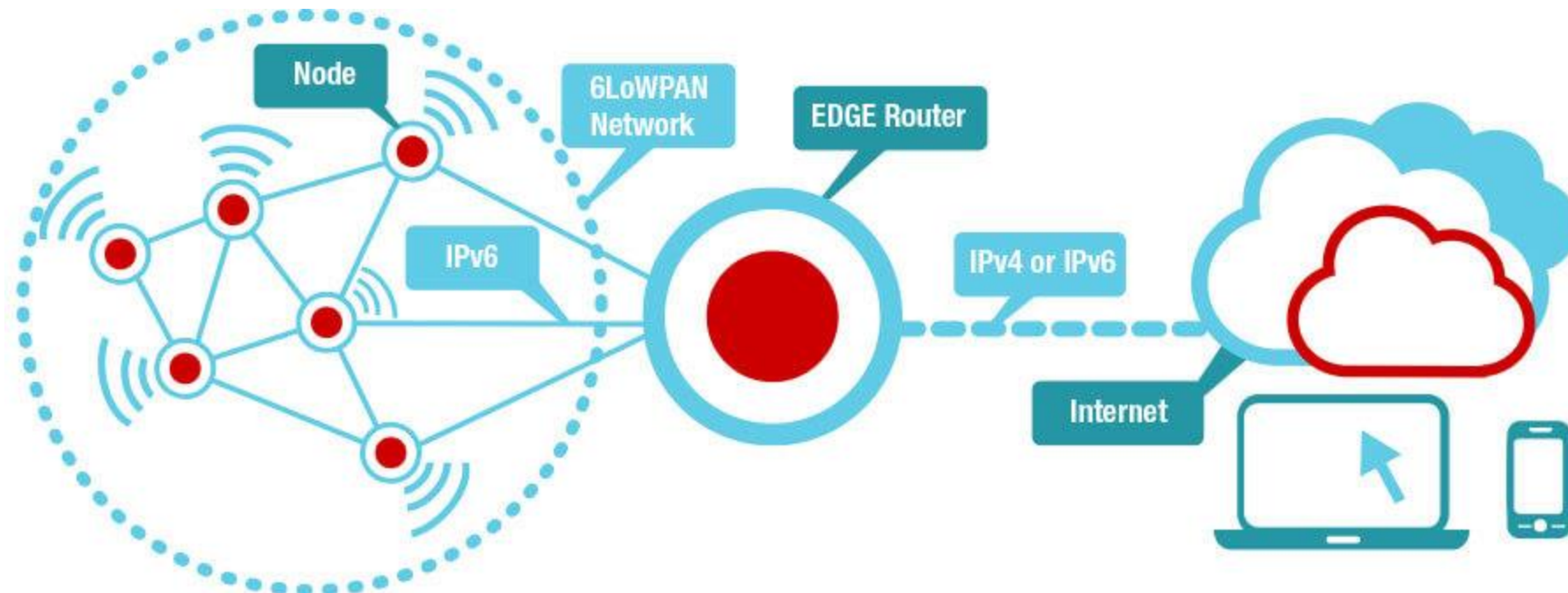
# Edge network

---

- ▶ Tecnologías para dotar de conectividad a los nodos finales:
- ▶ Corto alcance
  - ▶ Redes de sensores:
    - ▶ Zigbee
    - ▶ 6LoWPAN
  - ▶ WiFi
  - ▶ Bluetooth
- ▶ Largo alcance
  - ▶ Redes celulares
  - ▶ Redes satelitales
  - ▶ LP-WAN (Low Power-Wide Area Network)

# Edge network

## Comunicaciones de corto alcance: WSN



Ventajas	Inconvenientes
Bajo coste de los dispositivos	Ancho de banda reducido
Bajo consumo energético	Escasa cobertura de cada nodo
Sistema bien conocido (WSN)	Complejidad de manejo/escalabilidad
	Enrutamiento: redes multi-salto

# Edge network

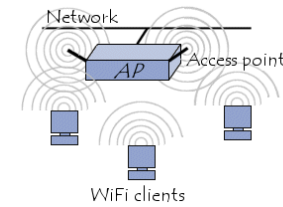
## Comunicaciones de corto alcance

### ► Alto consumo y ancho de banda

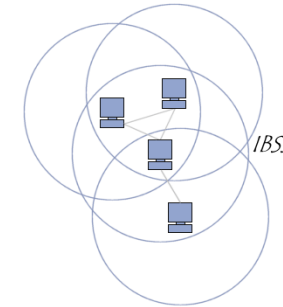
#### ► WiFi: 802.11a/b/g/n/ac/ad



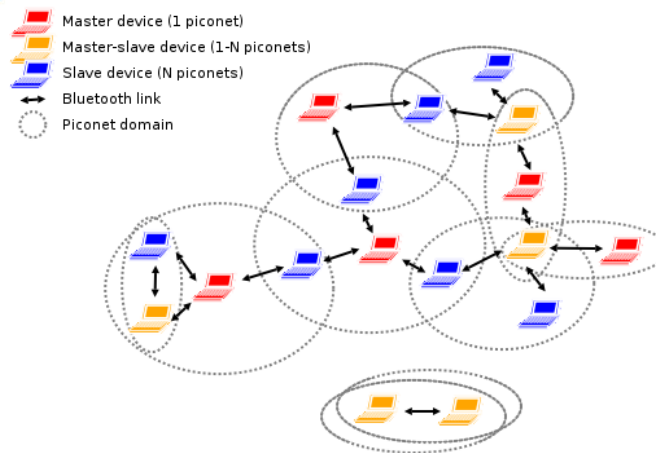
Modo infraestructura



Modo ad-hoc



#### ► Bluetooth

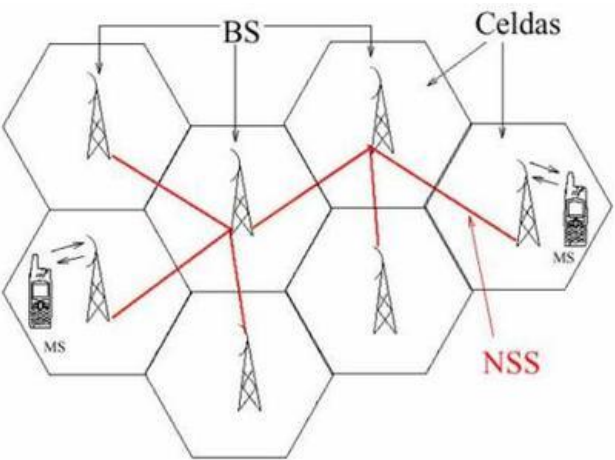


Ventajas	Inconvenientes
Alta tasa de transferencia	Consumo energético elevado
Estándares muy extendidos	Cobertura limitada (~100 m)
	Enrutamiento: redes multi-salto

# Edge network

## Comunicaciones celulares

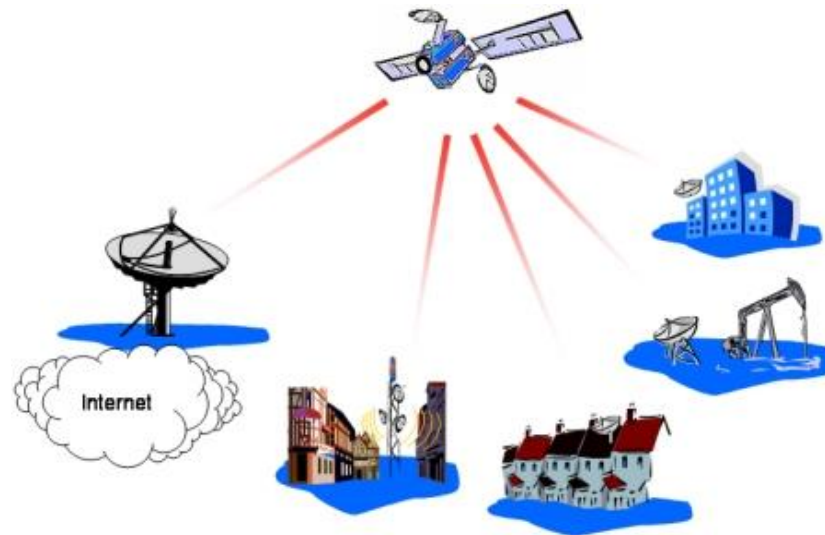
- ▶ 1G - GSM
- ▶ 2G - GRPS
- ▶ 3G - UMTS
- ▶ 4G – LTE
- ▶ 5G



Ventajas	Inconvenientes
Amplia cobertura	Consumo energético elevado (comunicación constante con EB)
Alto ancho de banda (¿necesario tanto?)	Costes económicos de suscripción
Comunicación directa entre dispositivo y EB	Número de dispositivos por EB muy limitado
Infraestructura ya desplegada en muchos países	Banda de frecuencias de estas tecnologías muy saturadas (y no gratuitas, bandas con licencia)

# Edge network

## Comunicaciones satelitales

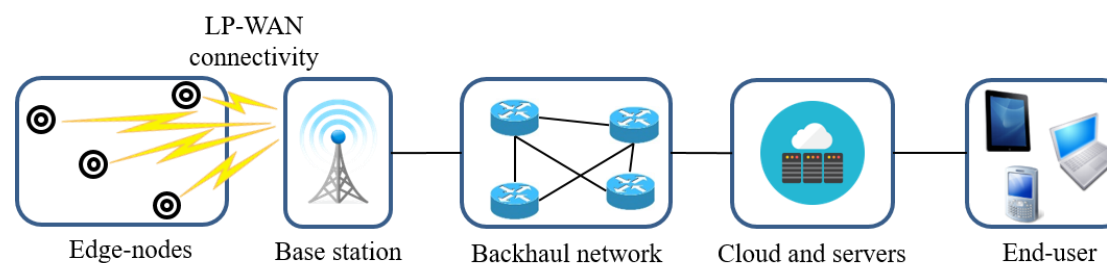


Ventajas	Inconvenientes
Cobertura muy amplia	Consumo energético muy elevado o equipamiento muy específico ( <i>gateway</i> )
Ancho de banda suficiente	Costes económicos de suscripción muy altos
Sin necesidad de despliegue de red	Latencia en las comunicaciones

# Edge network

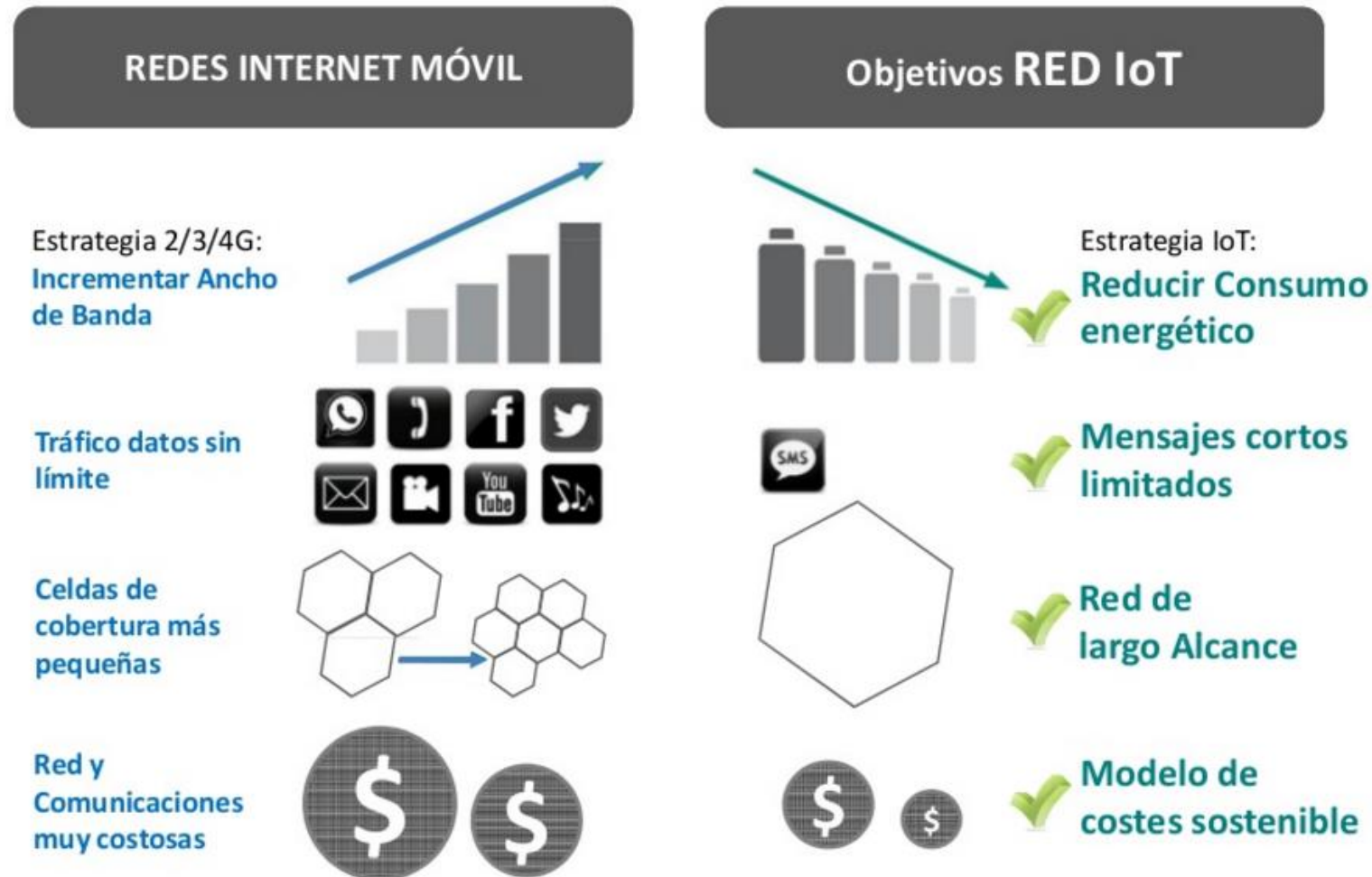
## Redes LP-WAN (Low-Power Wide Area Network)

- ▶ Las redes celulares están diseñadas para otros requerimientos distintos a los de IoT: pocos usuarios con mucho ancho de banda y relativamente poca cobertura (cientos de metros)
- ▶ Los requerimientos de IoT son otros: muchos dispositivos conectados simultáneamente, pero enviando pequeños e infrecuentes mensajes cubriendo amplias distancias
- ▶ Soluciones:
  - ▶ Banda de frecuencia: trabajar en frecuencias más bajas (868 MHz. en Europa y 915 MHz. en EEUU)
    - ▶ Mayor penetración y alcance
    - ▶ Dispositivos finales más sencillos y baratos
  - ▶ Reducción de la tasa de transmisión y número de mensajes:
    - ▶ Aumento de la eficiencia energética
    - ▶ Aumento del número de dispositivos conectados





# Edge network



# Edge network

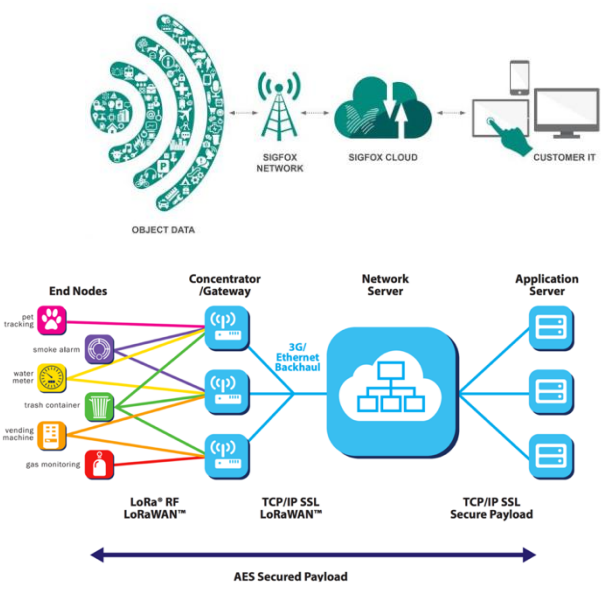
## Redes LP-WAN (Low-Power Wide Area Network)



# Edge network

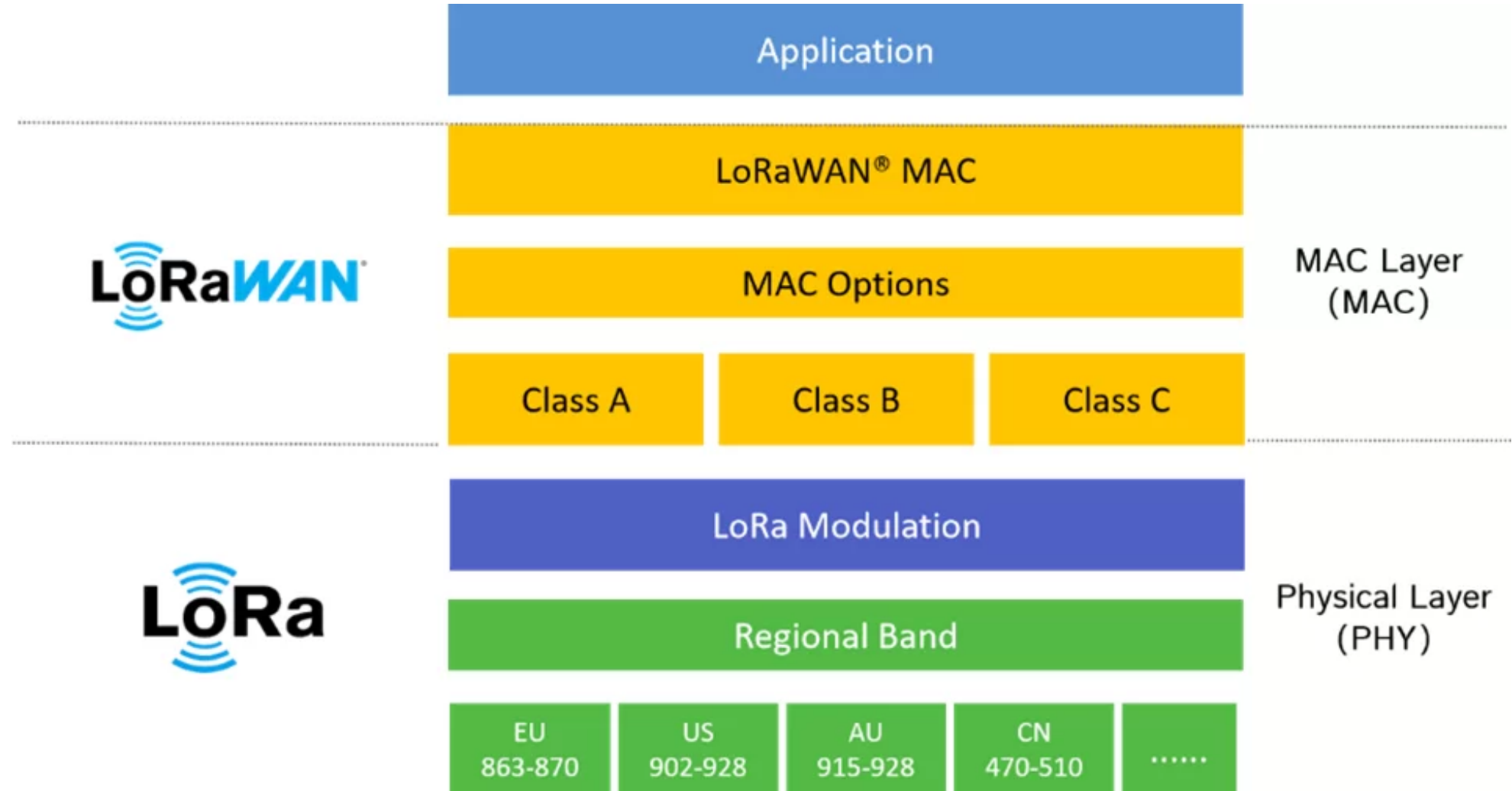
## Redes LP-WAN (Low-Power Wide Area Network)

- ▶ Sigfox
- ▶ LoRaWAN
- ▶ Weightless
- ▶ Dash7



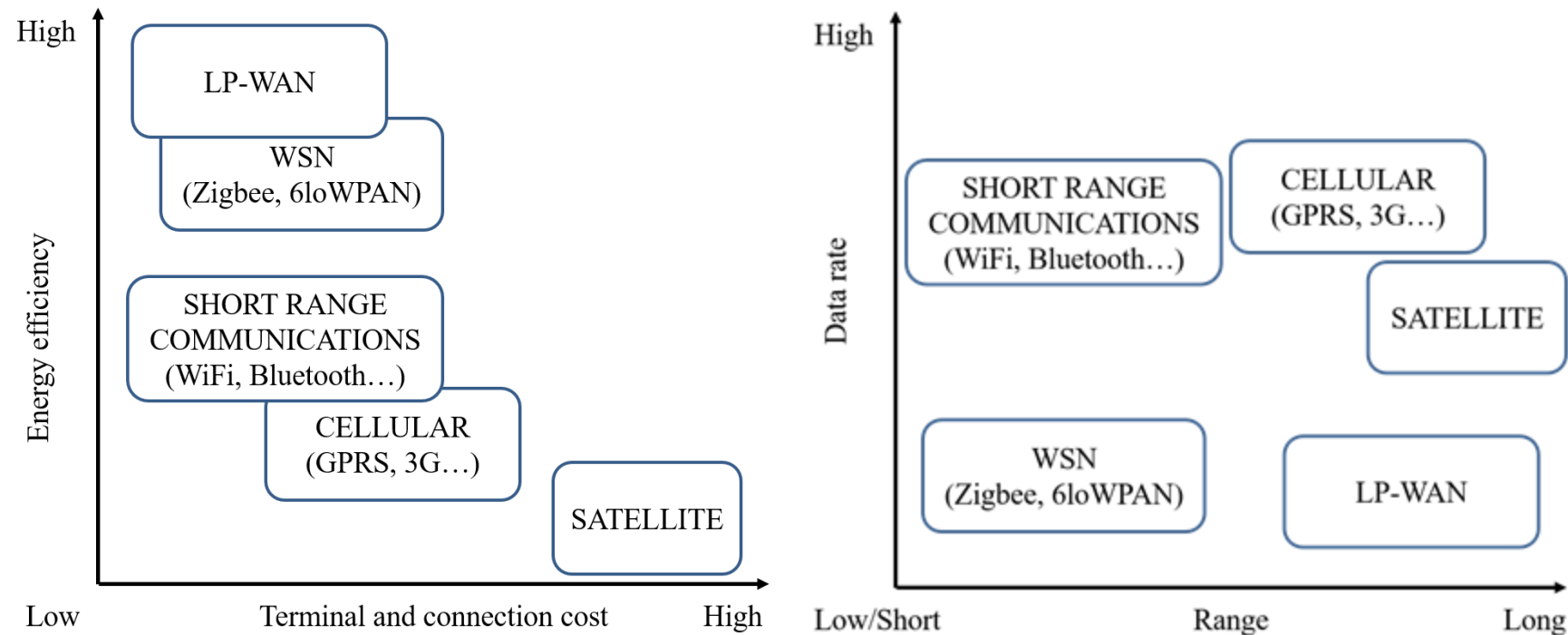
Ventajas	Inconvenientes
Bajo coste de los dispositivos	Ancho de banda muy reducido
Bajo consumo energético	Número de mensajes limitado
Amplia cobertura	Complejidad de <i>downlink</i> (por ahorro energético)
Alta escalabilidad (ojo con interferencias – bandas libres)	Gestión de la seguridad: limitaciones de cómputo en los dispositivos

# LoRaWAN



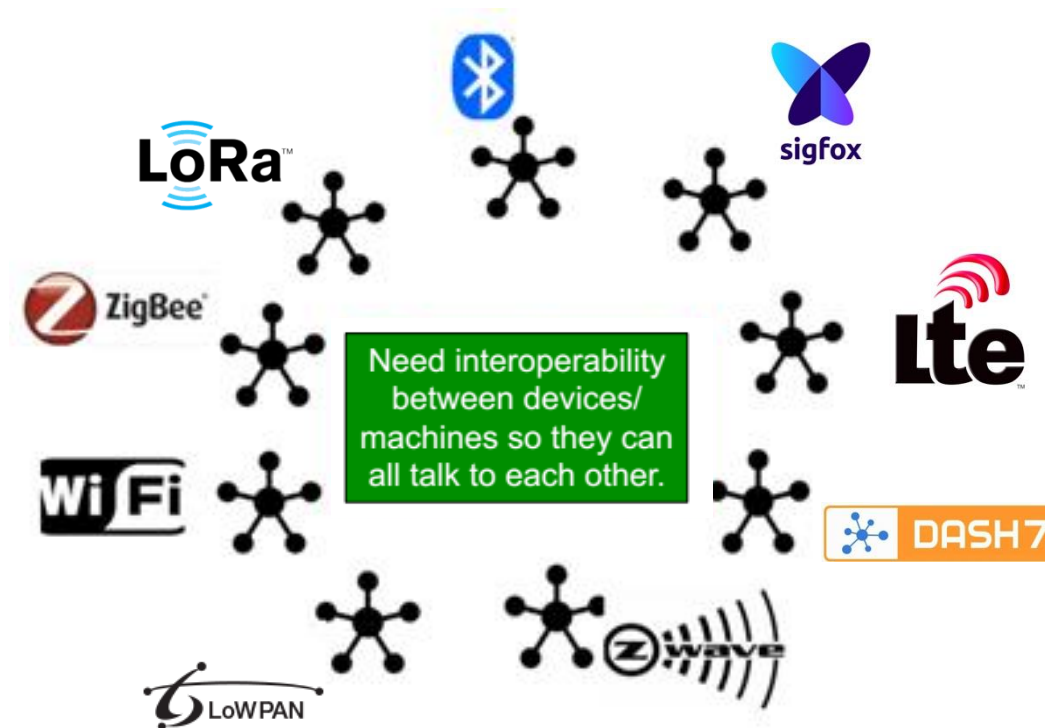
# Edge network

## Comparativa



# Edge network

- Reto: interoperabilidad entre distintas tecnologías y de acceso: protocolos y estándares 5G

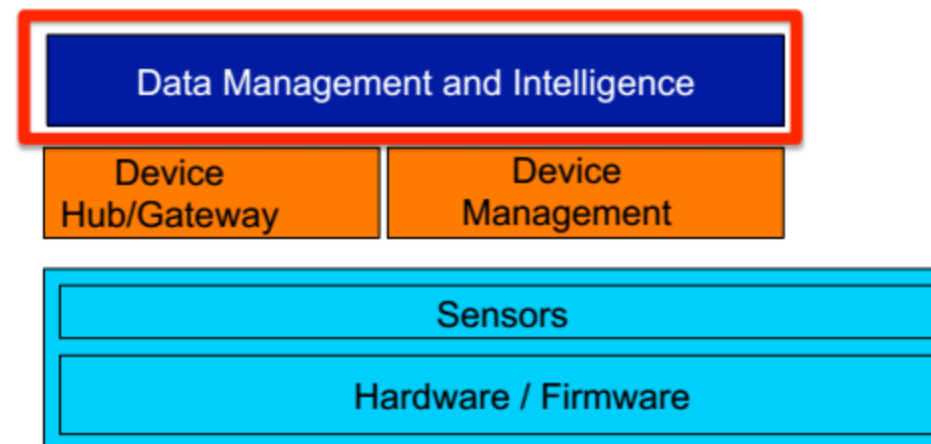


# Índice

---

- ▶ **Introducción**
- ▶ **Dispositivos y sensorización**
- ▶ **Edge network**
- ▶ **Procesado, gestión y presentación de datos**
- ▶ **Acceso a datos (aplicación)**
- ▶ **Conclusión**

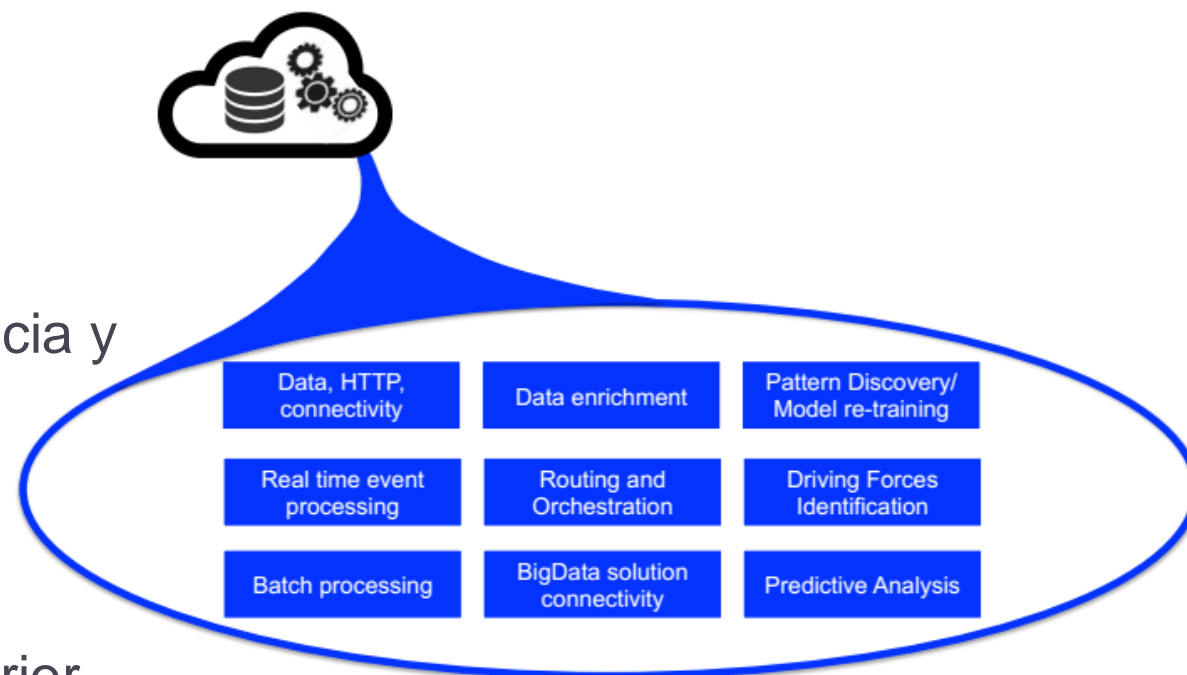
# Procesado, gestión y presentación de datos





# Procesado, gestión y presentación de datos

- ▶ Capa de recogida de datos fuera de la red de sensorización
- ▶ Funciones:
  - ▶ Recibir y almacenar datos en bruto
  - ▶ Análisis y procesamiento de datos (inteligencia y contexto)
  - ▶ Gestión de alertas
  - ▶ Data analytics/machine learning
  - ▶ Dejar los datos disponibles para ser accedidos desde una API de capa superior

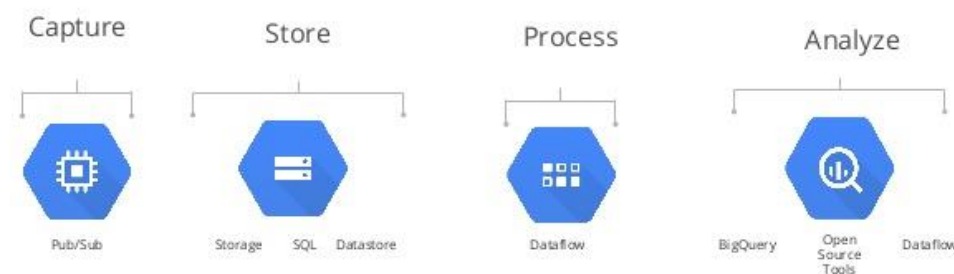


# Procesado, gestión y presentación de datos

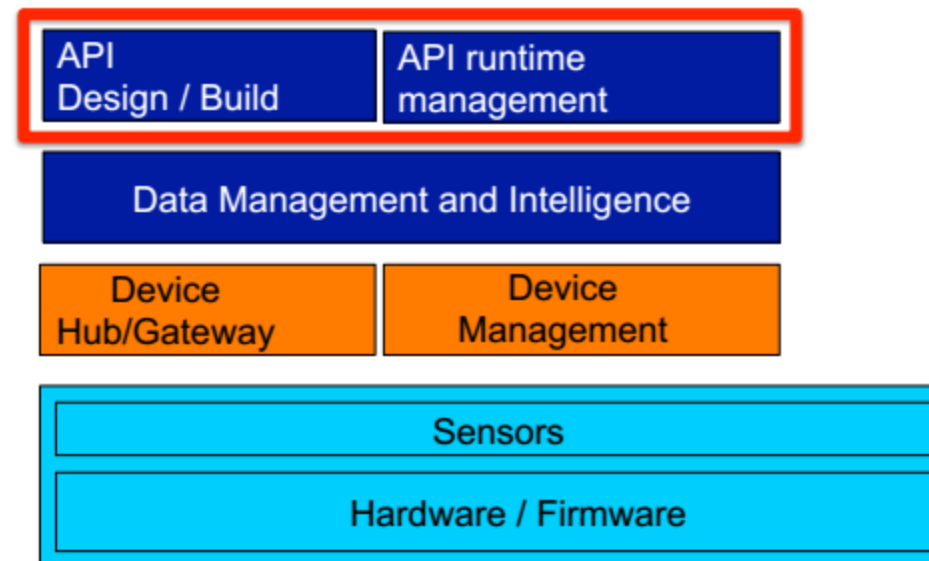
- Capa de recogida de datos fuera de la red de sensorización



We help you manage the entire lifecycle of Big Data

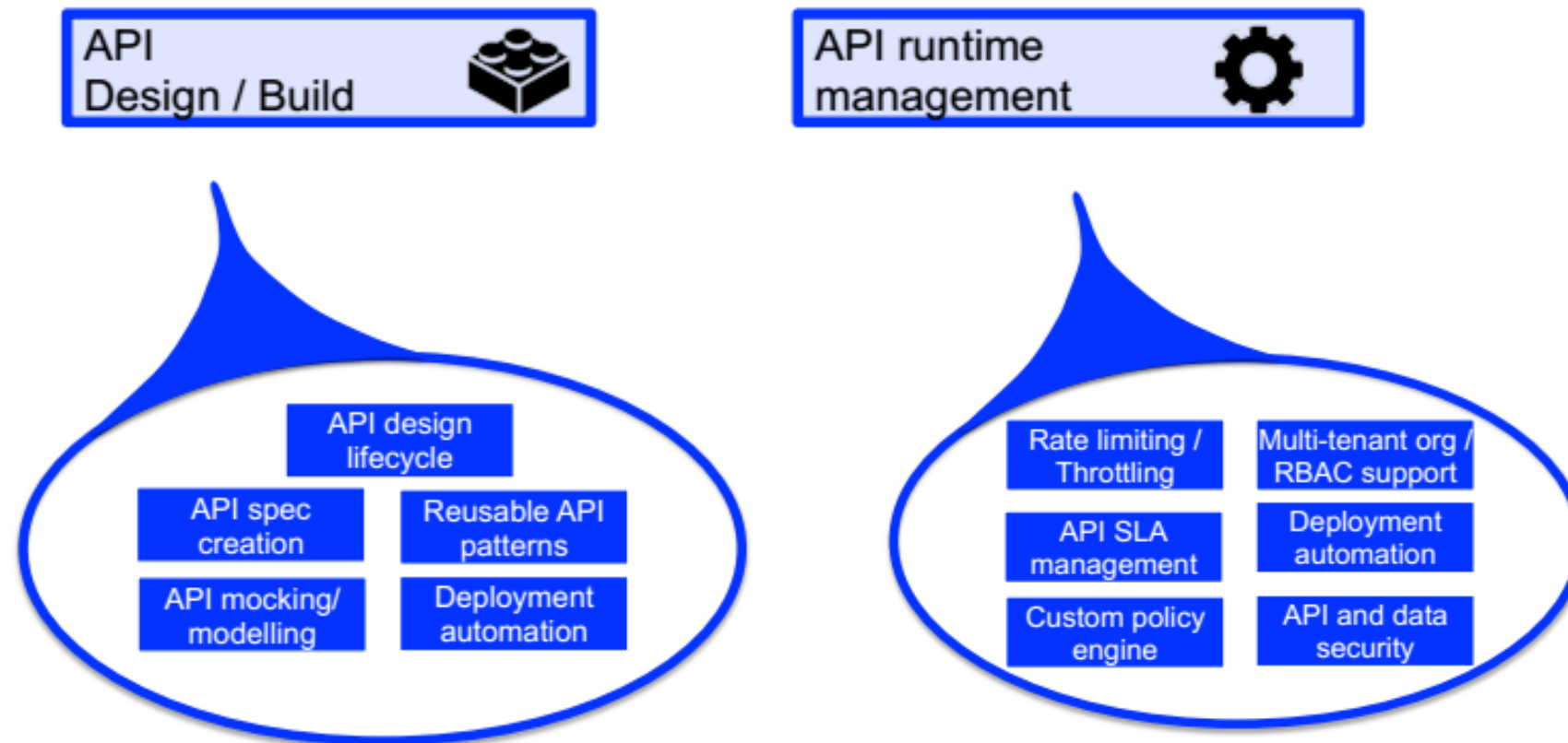


# Procesado, gestión y presentación de datos

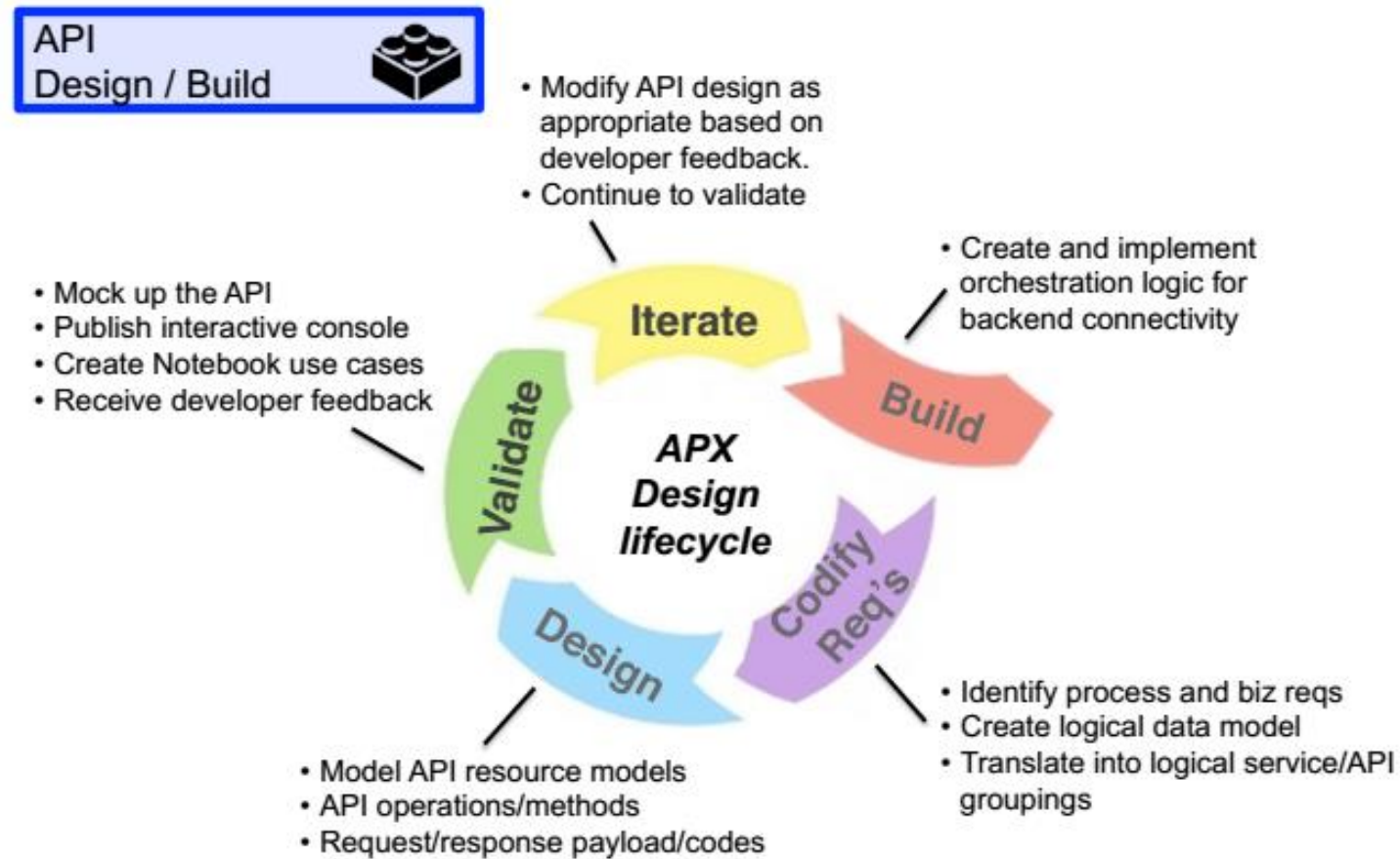


# Procesado, gestión y presentación de datos

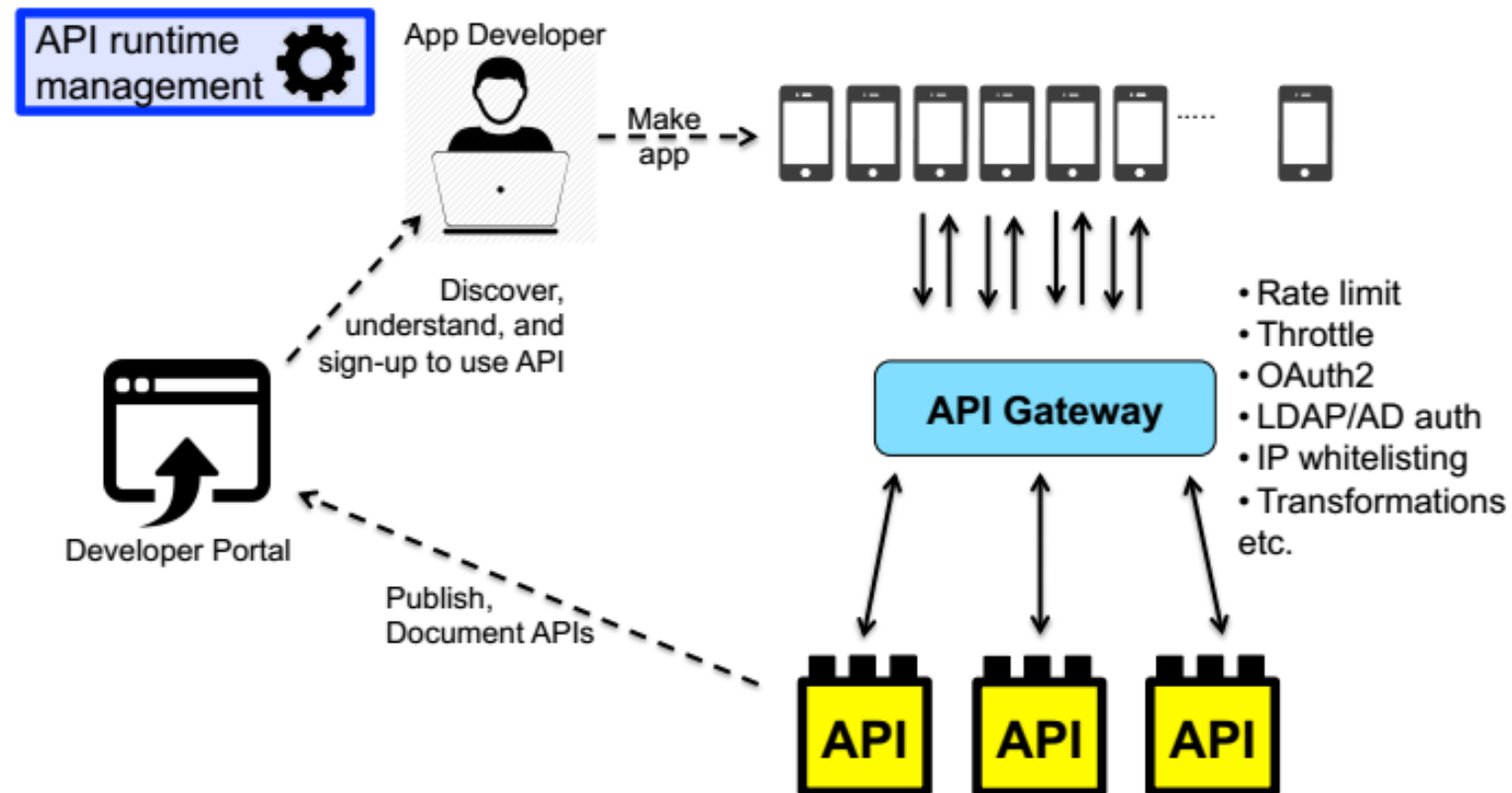
- Interfaz entre los datos procesados y las aplicaciones



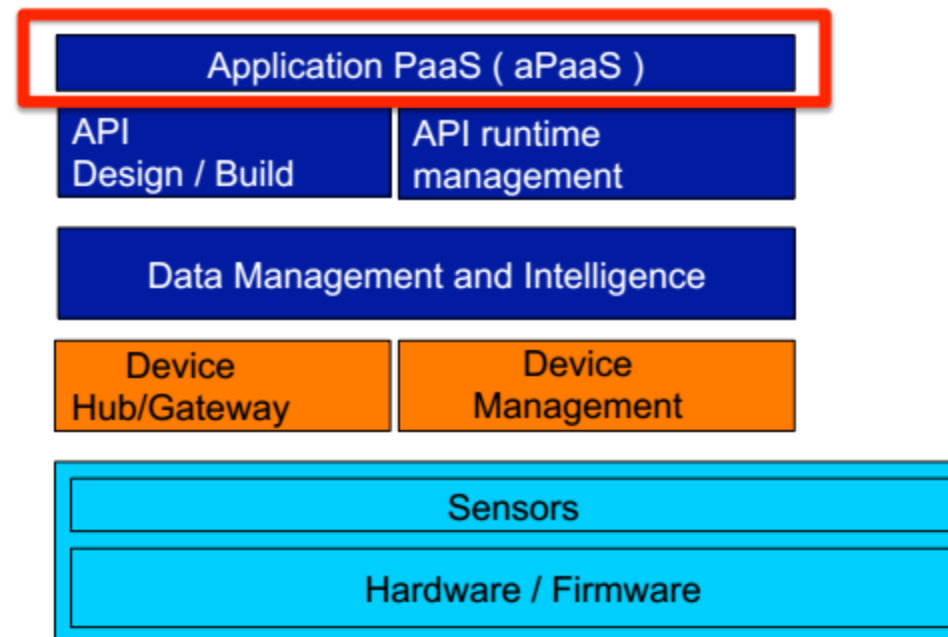
# Procesado, gestión y presentación de datos



# Procesado, gestión y presentación de datos

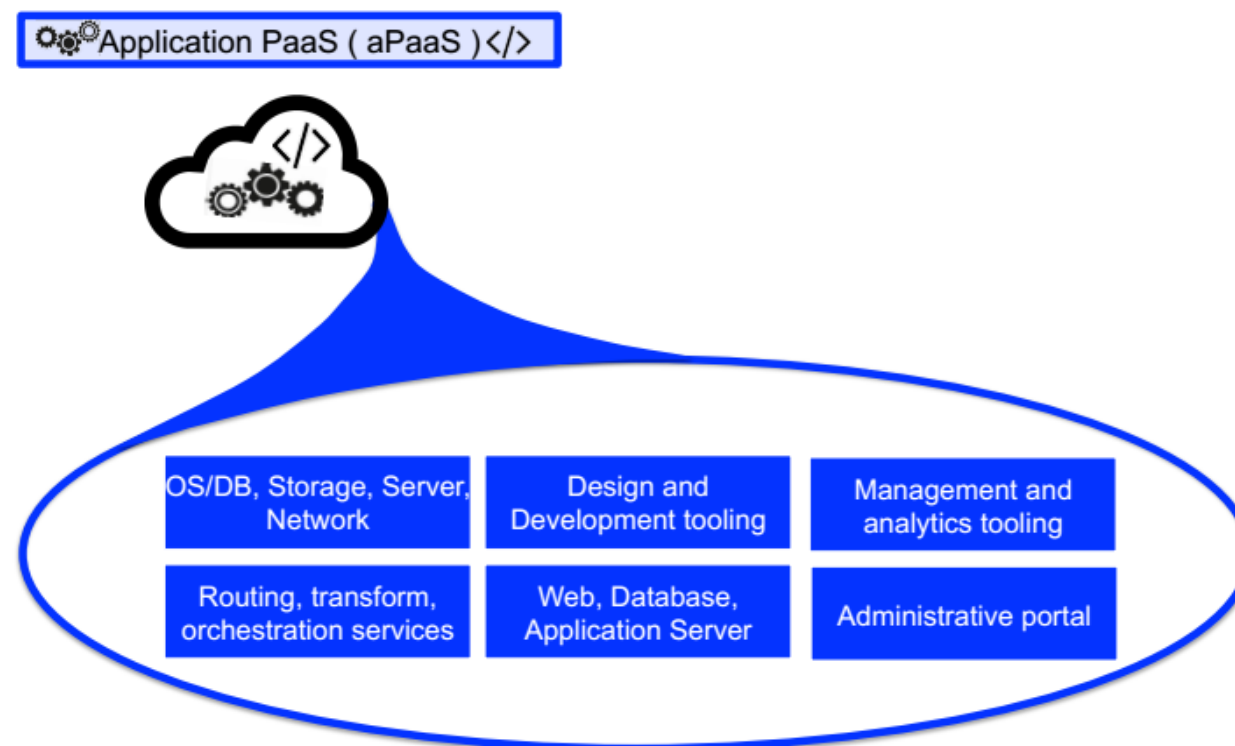


# Procesado, gestión y presentación de datos



# Procesado, gestión y presentación de datos

- ▶ Platform-as-a-Service: plataforma para desarrollar aplicaciones sobre ella
- ▶ Hospedada en la nube





# Procesado, gestión y presentación de datos

## ▶ Platform-as-a-Service



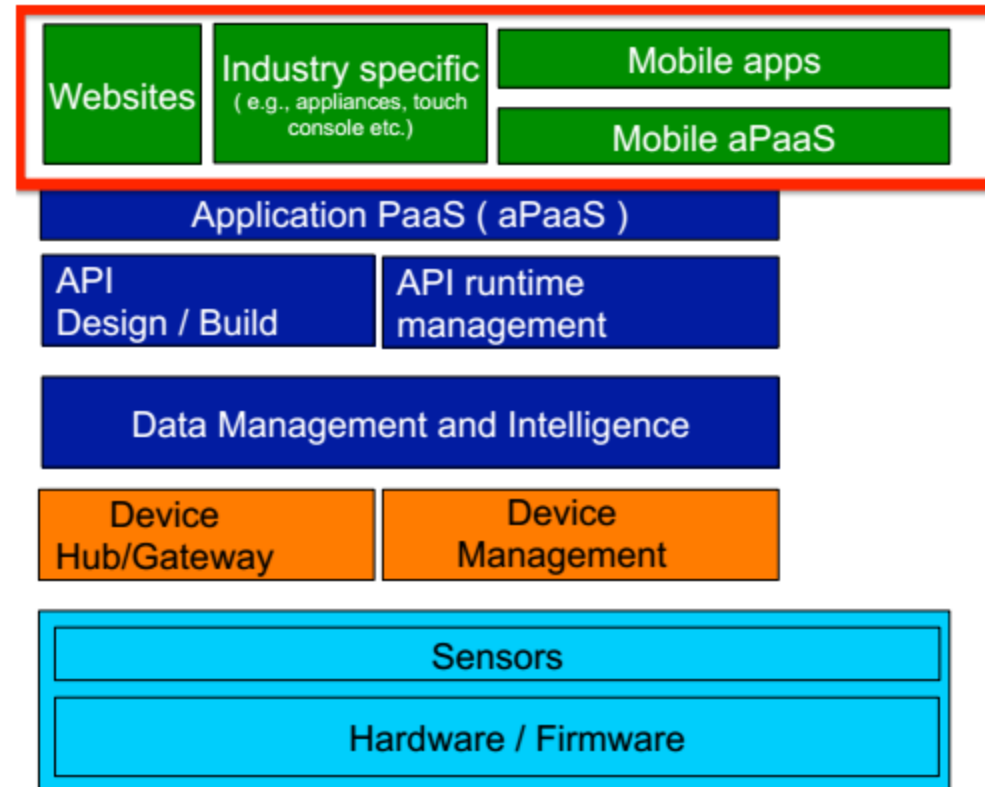
- ▶ Escalado automático: no necesario aprovisionar ni mantener ningún servidor
- ▶ Análisis de seguridad automático: vulnerabilidades web
- ▶ Utilidades: balanceo de carga, comprobaciones del estado, registros de la aplicación, distintos lenguajes y bases de datos, autenticación de usuario, etc.

# Índice

---

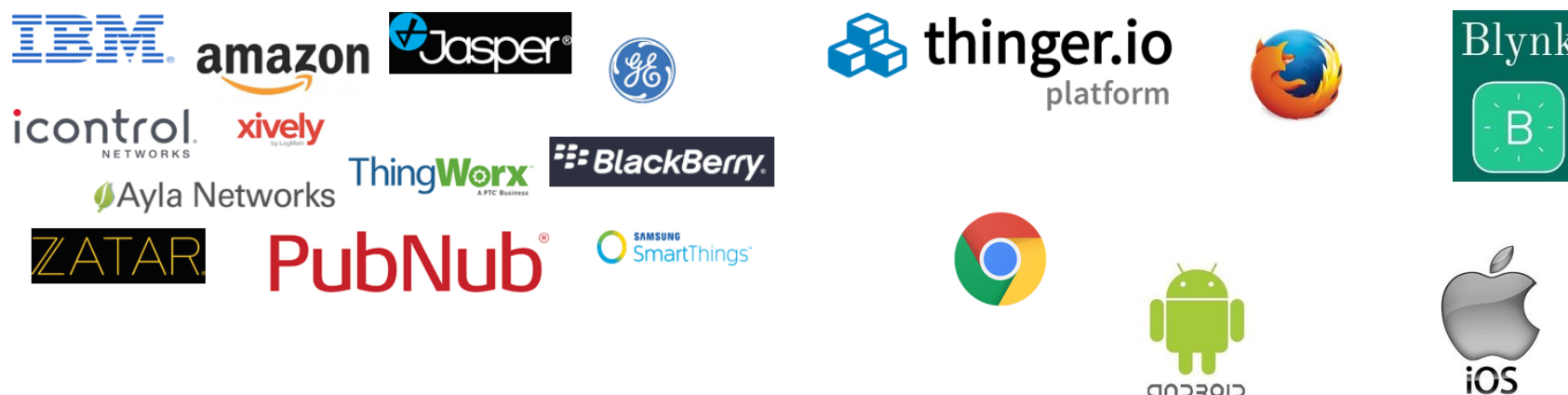
- ▶ **Introducción**
- ▶ **Dispositivos y sensorización**
- ▶ **Edge network**
- ▶ **Procesado, gestión y presentación de datos**
- ▶ **Acceso a datos (aplicación)**
- ▶ **Conclusión**

# Acceso a datos (aplicación)

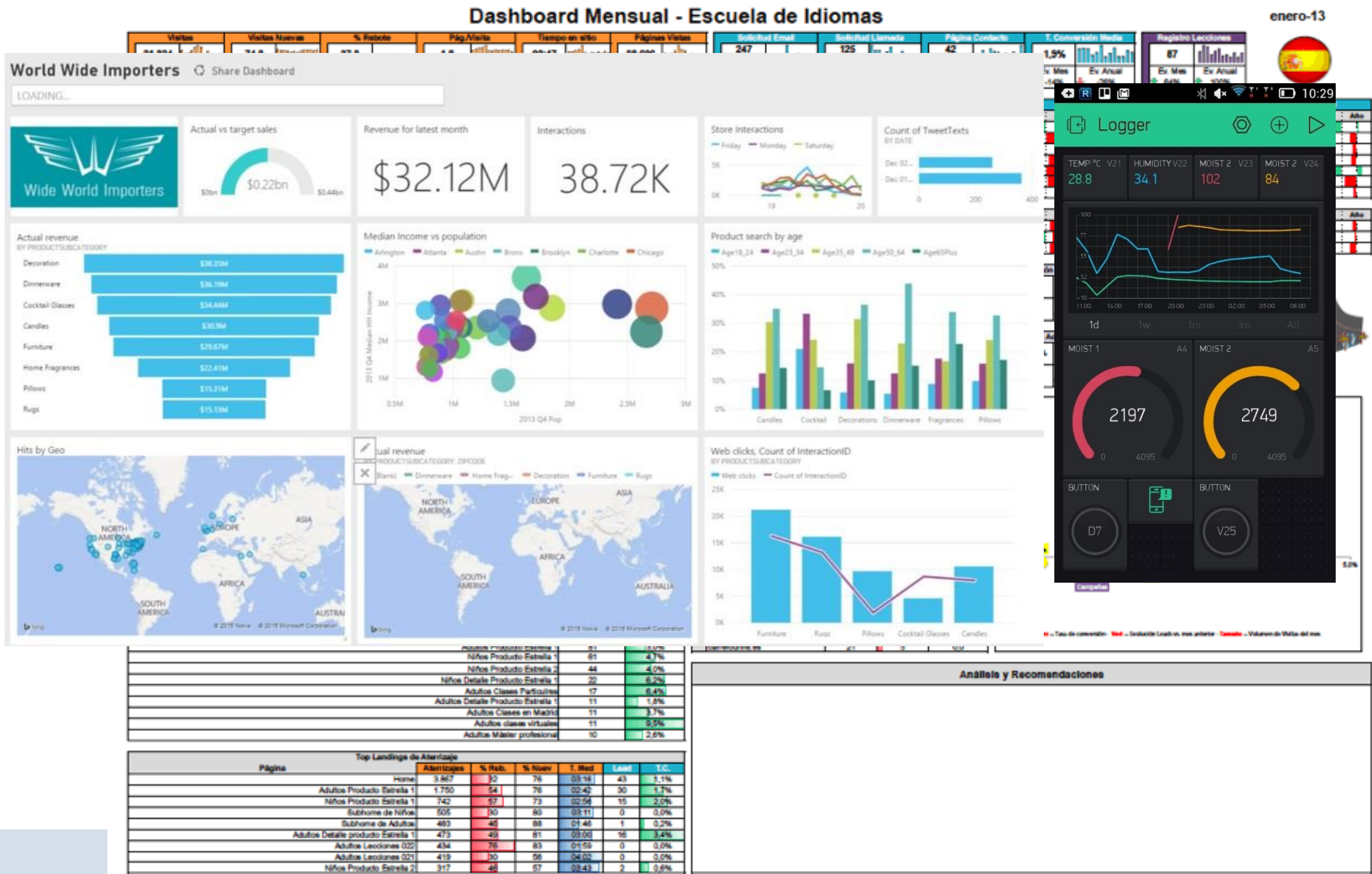


# Acceso a datos (aplicación)

- ▶ Acceso a los datos de forma amigable para el usuario
- ▶ Diversas plataformas:
  - ▶ Plataformas web: *dashboards*
  - ▶ Programas específicos (*tailored software*)
  - ▶ Aplicaciones móviles (Android, iOS, etc.)



# Acceso a datos (aplicación)



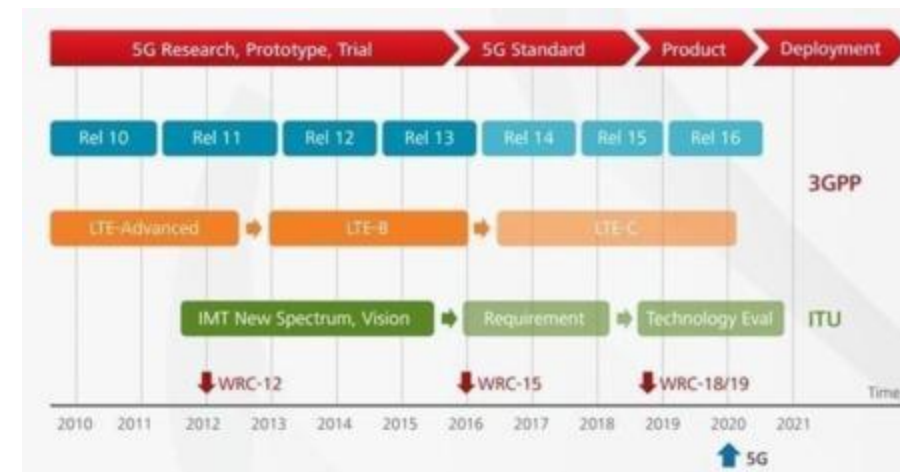
# Índice

---

- ▶ **Introducción**
- ▶ **Dispositivos y sensorización**
- ▶ **Edge network**
- ▶ **Procesado, gestión y presentación de datos**
- ▶ **Acceso a datos (aplicación)**
- ▶ **Conclusión**

# Conclusión

- ▶ Arquitectura IoT bien definida
- ▶ Multitud de tecnologías/protocolos en cada capa
- ▶ Necesaria convergencia → estandarización
- ▶ Horizonte 2020 – 5G

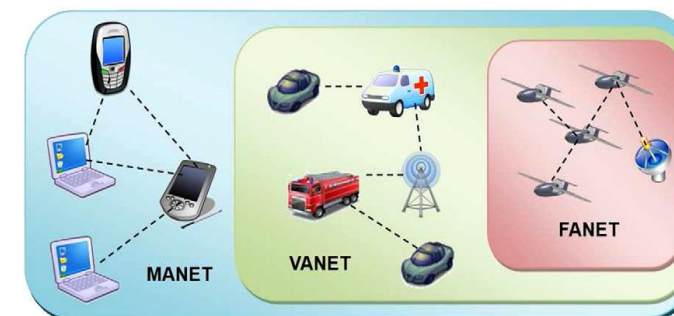


# Conclusión

## Retos

### ► Conectividad:

- Mobile Ad-hoc NETworks (MANETs)
  - Vehicular Ad-hoc NETworks (VANETs)
    - Flying Ad-hoc NETworks (FANETs)



### ► Seguridad:

- Datos en la nube (¿gestión propia o mediante terceros?)
- Transporte de la información desde sensor al usuario
- Protección de los objetos



# Máster en Tecnologías de Análisis de Datos Masivos: BIG DATA

Internet de las Cosas en el Contexto de Big Data

## **ARQUITECTURA DE REFERENCIA EN IoT**

Juan Antonio Martínez [juanantonio@um.es](mailto:juanantonio@um.es)