

Workshop IOT Basics

Gustavo Salazar Chacón
Carlos Venegas

www.ticec.cedia.edu.ec

ticec
— **VII** edición.

Agenda

1

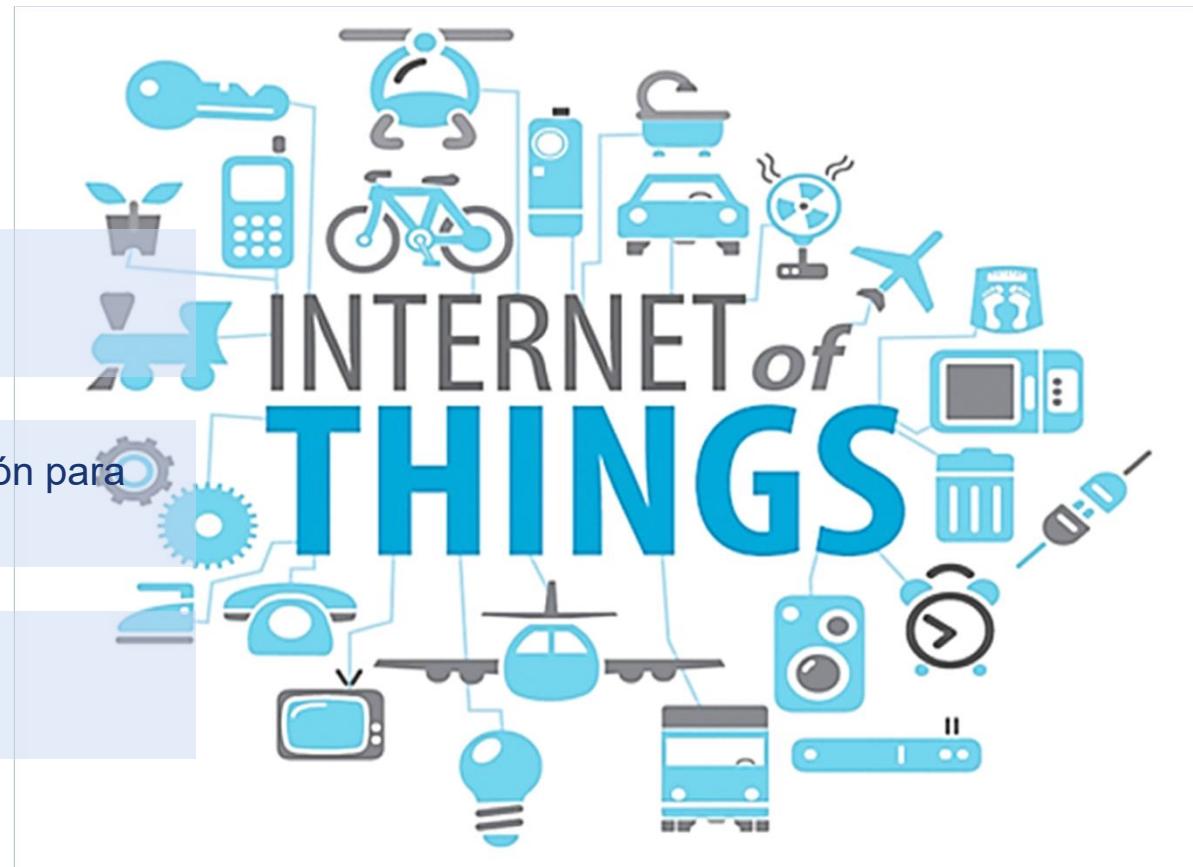
Qué es IOT?

2

Protocolos de aplicación para
IOT

3

IP para IOT



Agenda

4

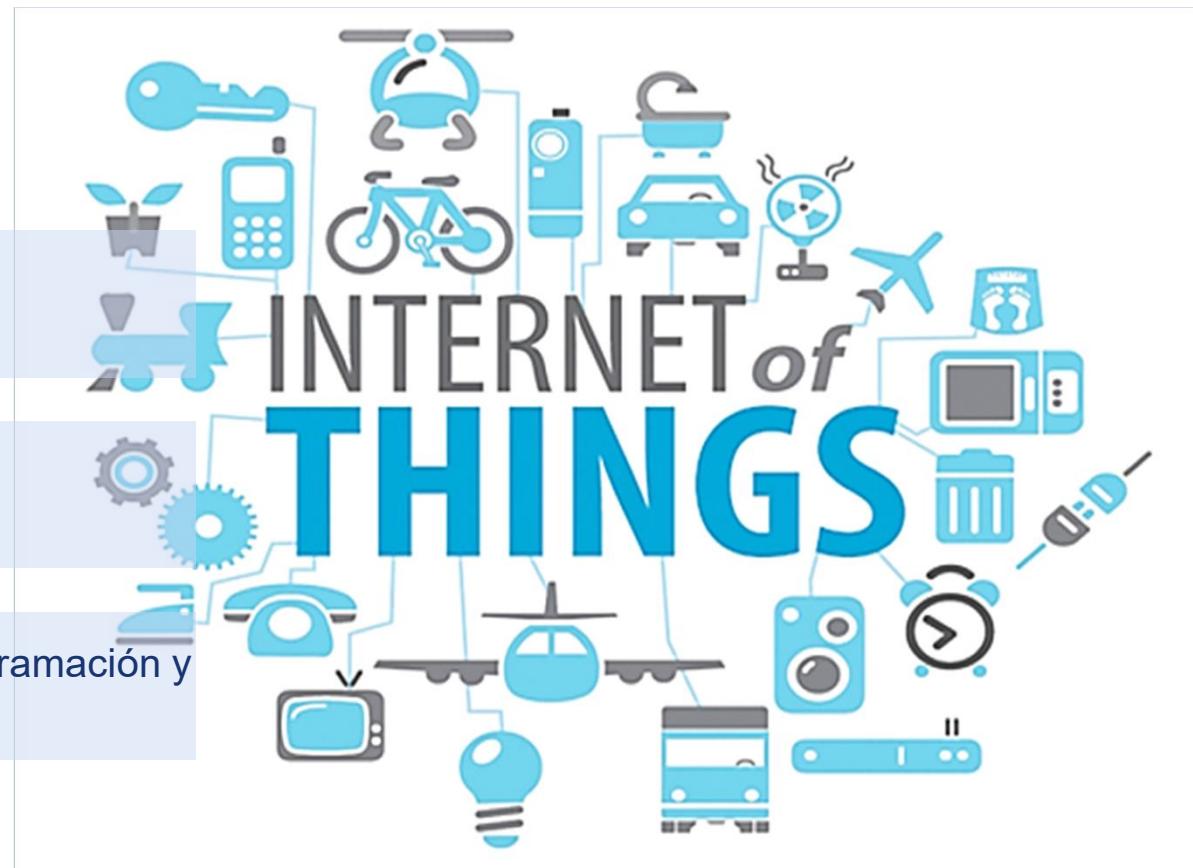
Conectando Objetos Inteligentes

5

Fundamentos de Electrónica

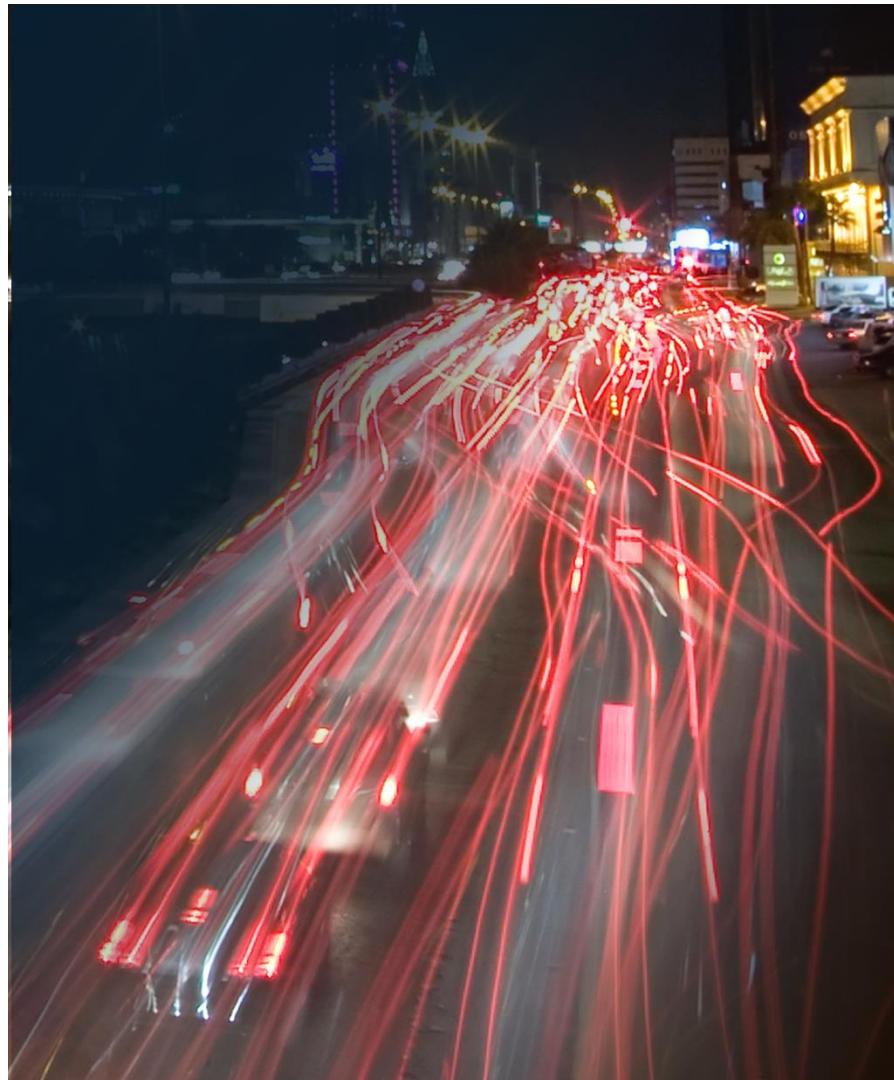
6

Fundamentos de Programación y Demo IOT





Qué es IOT?



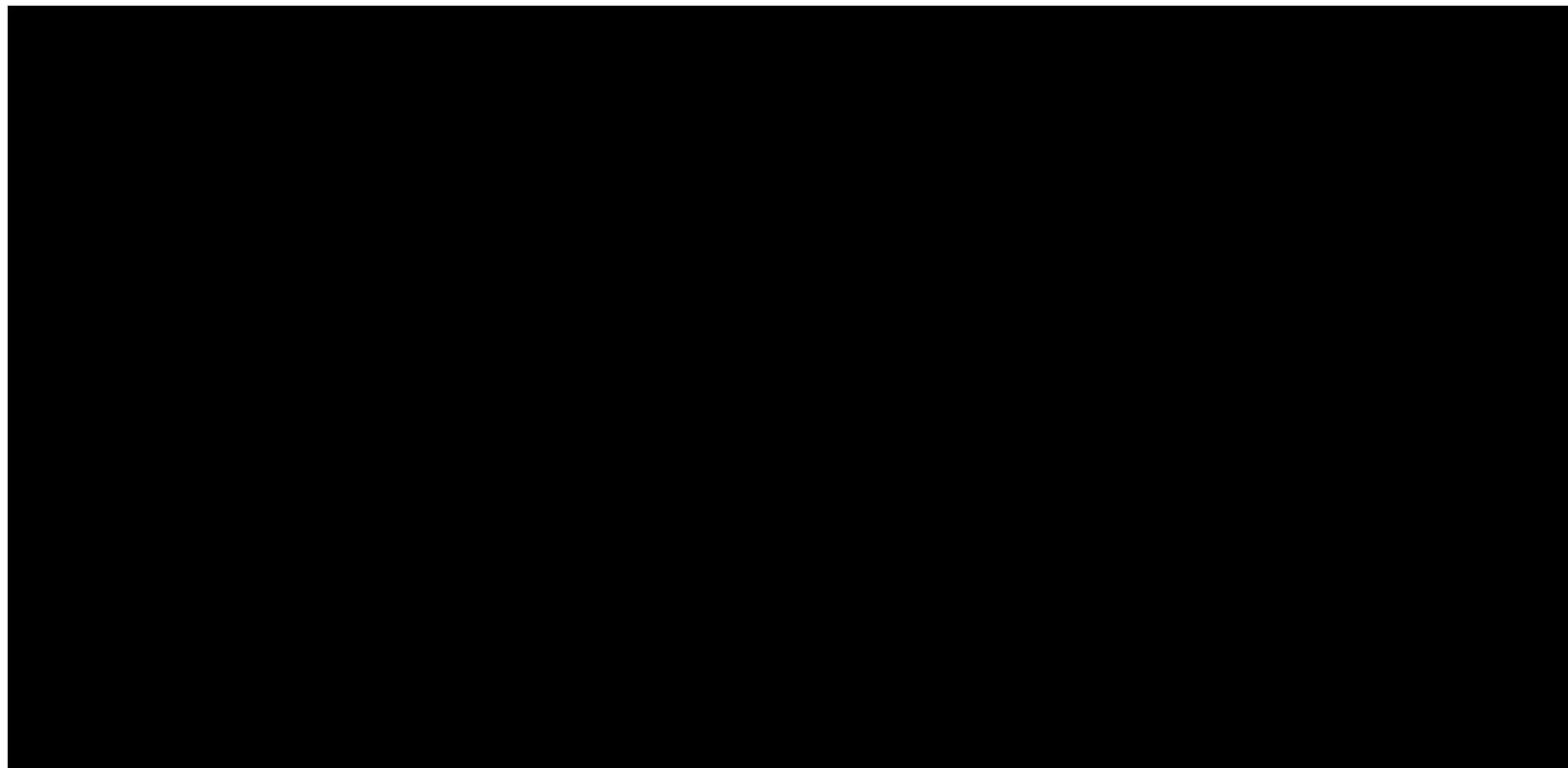
La Disrupción Digital

Casi la totalidad de los CEOs del mundo indican que si sus negocios no apuntan a romper la Brecha digital, terminarán quebrando.

05

La digitalización y IoT, están transformando todo lo que conocemos, desde lo más simple a lo más complejo y en un par de años, IoT será parte de la vida cotidiana

IoT en la Vida Cotidiana



Problemas de la Vida Diaria, solucionada? Sin integración?

La mayoría de soluciones se han dado de forma aislada, ocasionando:

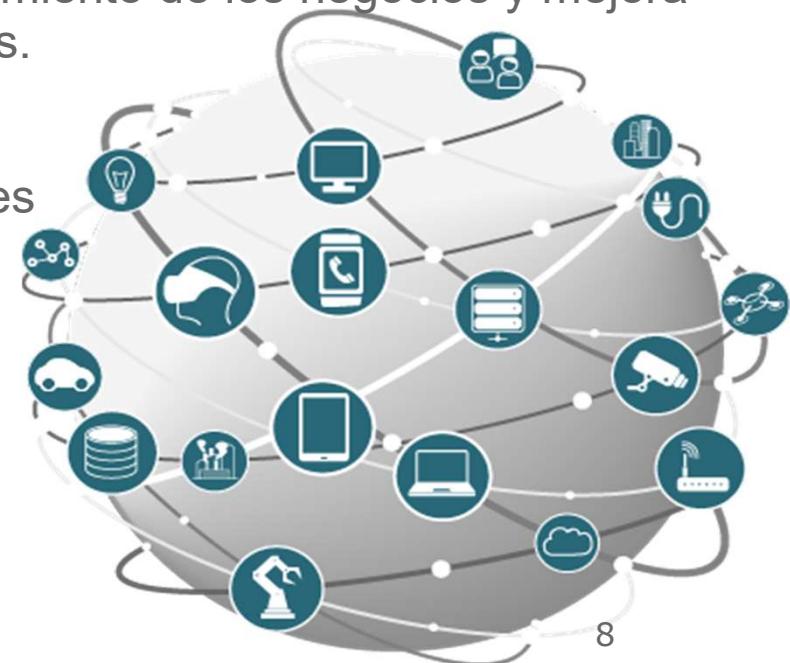
- Poca compartición de costos y recursos en IT
- Poca recolección de datos/información (no BigData)
- Gasto innecesario en inversión no estandarizada.
- Dificultad de administración y monitoreo de la infraestructura TIC
- Falta de integración entre IT/OT



Soluciones fragmentadas son nada efectivas, de difícil adopción y actualización y poco económicas

Qué es el Internet de las Cosas?

- Internet de las Cosas, o IoT por sus siglas en inglés, se define como la conectividad inteligente de dispositivos físicos a través del Internet, dando lugar a un aumento en la efectividad, crecimiento de los negocios y mejora en la calidad de vida de los seres humanos.
- Conectar lo NO conectado
- No se considera una tecnología del todo, es más un concepto
- Comunicación M2M, D2D, M2H-H2M

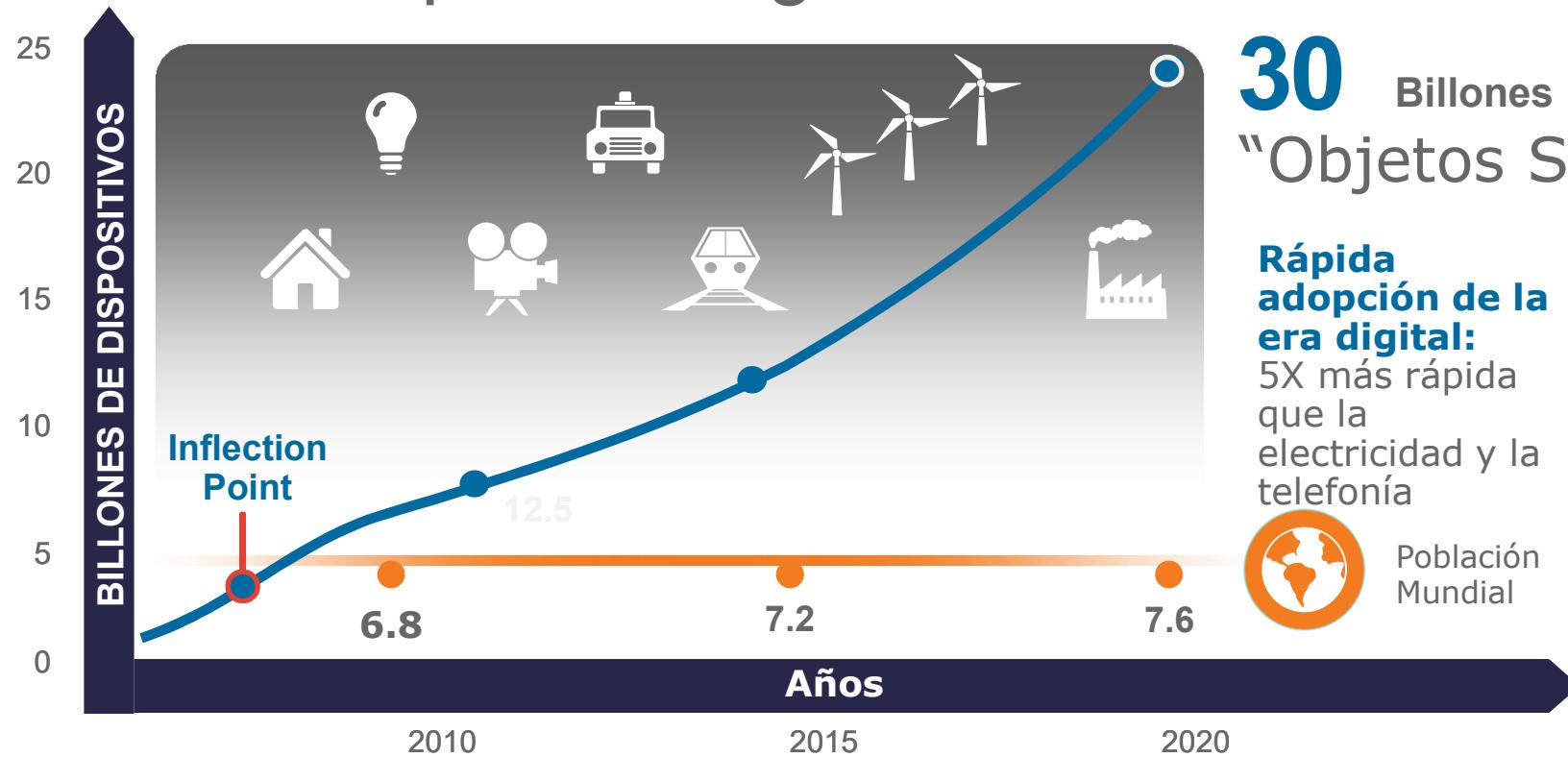


Genesis de IoT

- A pesar que el término comenzó en 1999, realmente desde 2008-2009 se hace referencia a que IoT comienza a implementarse como tal
- En el siglo XX las computadoras dependían de los humanos, sin embargo en el siglo XXI ese paradigma se ha destruido.
- El 99% de objetos aun no esta conectado.
- "En el siglo XX, las computadoras eran cerebros sin sentidos, solo sabían lo que les decíamos"



IoT está aquí.... Y sigue creciendo!



30 Billones
“Objetos Smart”

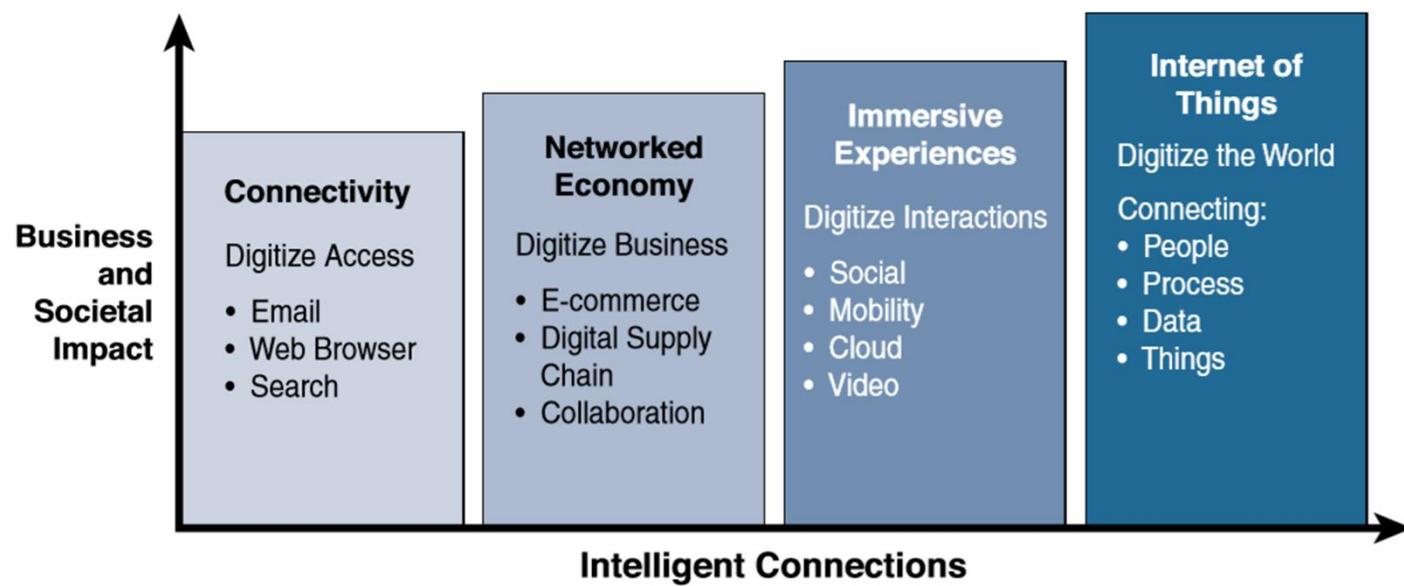
Rápida adopción de la era digital:

5X más rápida que la electricidad y la telefonía



Población Mundial

Fases Evolutivas del Internet

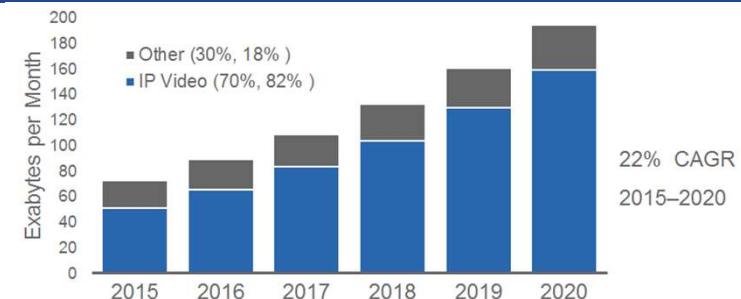


Tendencia: Redes Inalámbricas Inteligentes

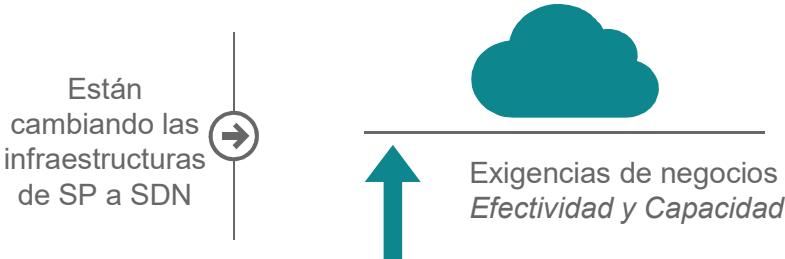
El mundo se hizo móvil: WiFi6 – 5G



Tráfico de Video al máximo



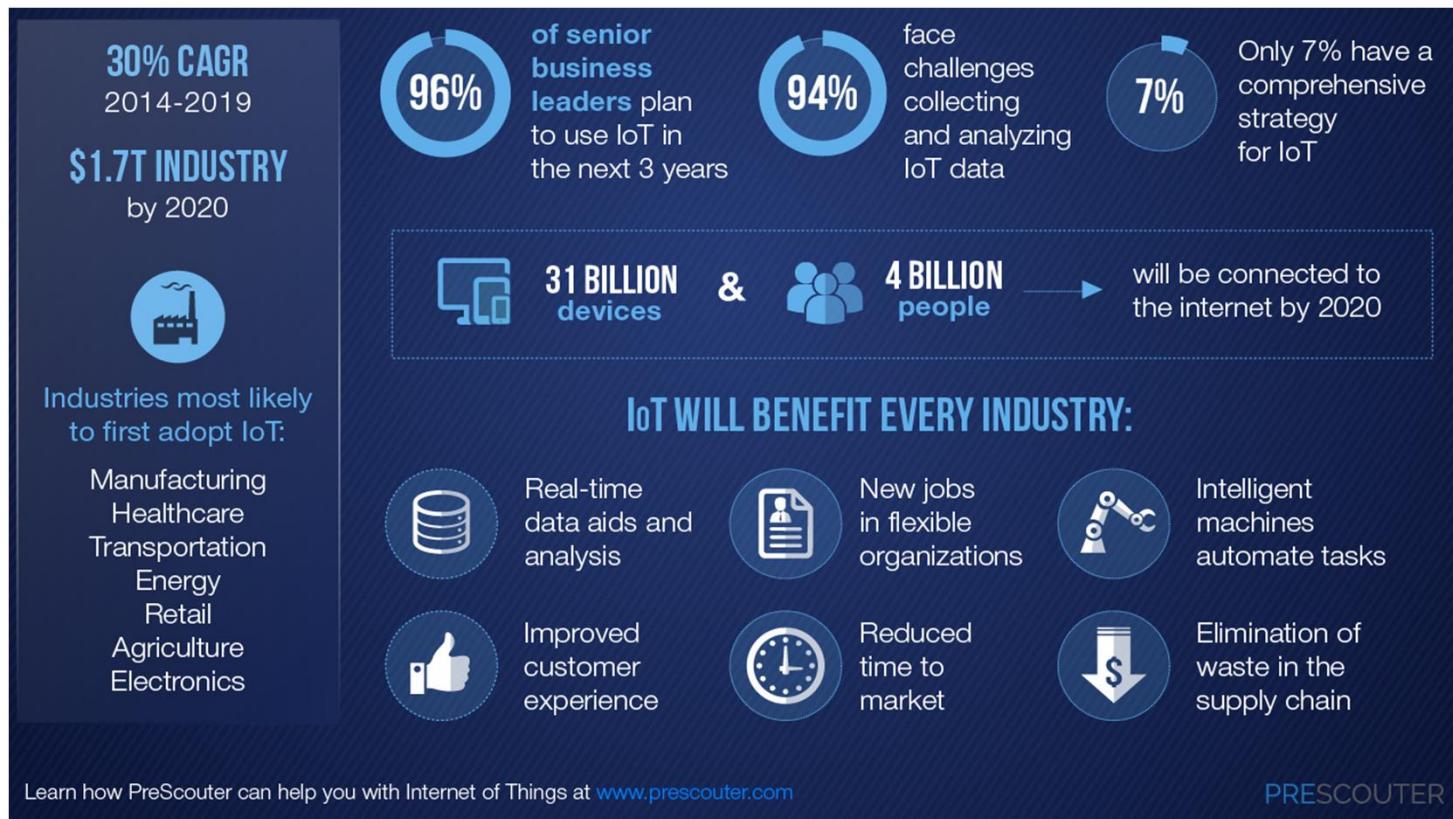
Cloud Computing, NFV, Programabilidad



Digitalización = IoE; IoT parte de IoE

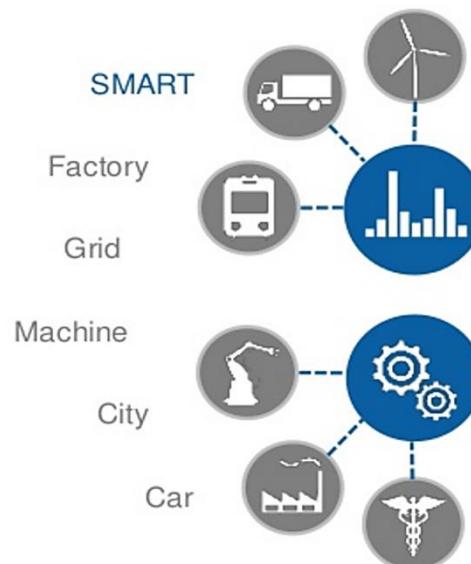


Impacto de IoT

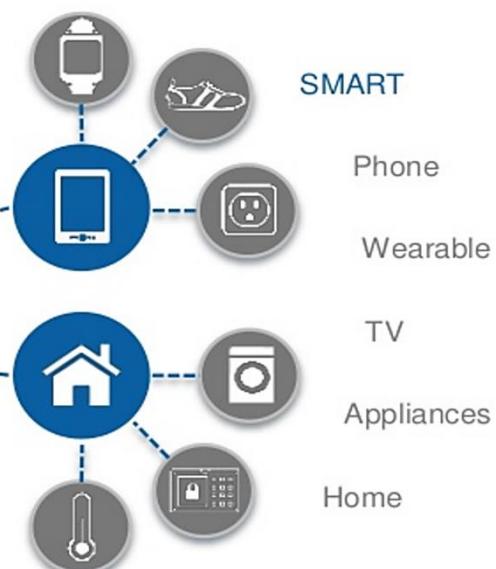


Impacto de IoT

INDUSTRIAL Internet of Things



CONSUMER Internet of Things

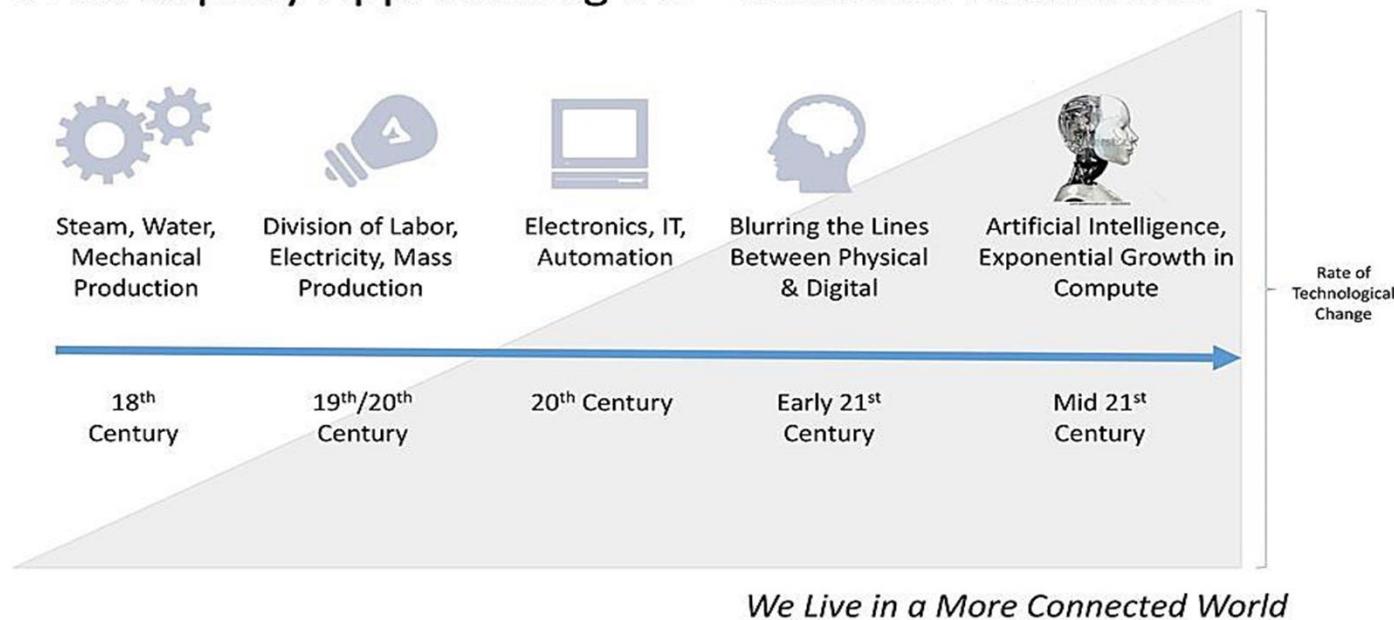


Based on Moor Insights & Strategy's report *Segmenting the Internet of Things (IoT)*



Impacto de IoT

We Are Rapidly Approaching a 5th Industrial Revolution



Beneficios a la Ciudad y a los Ciudadanos

Ciudad



- Disminución en consumo innecesario de energía
- Bajo gasto de mantenimiento
- Servicios municipales mejorados
- Control de cobros y de responsabilidades de ciudadanos mejorado
- Aprovechamiento de activos existentes

Operadores Municipales



- Conocimiento completo de lo que ocurre en la ciudad, en cualquier momento y lugar
- Toma de decisiones ágiles
- Potenciamiento del control general de la ciudad
- Colaboración integrada
- Seguimiento de casos mejorado

Ciudadanos



- Vecindarios y calles más seguras
- Movilidad y productividad mejorada
- Bajo impacto medioambiental en las actividades diarias
- Oportunidades económicas y laborales
- Acceso digital mejorado

Realización de la Visión IoE para las ciudades

Nuevas Cosas conectadas

- Cámaras
- Sensores
- Luces
- Etc.....



Nuevo Flujo de Datos

- Análisis de datos masivos - BigData
- Uso de video para solucionar problemas de la ciudad
- Datos de millones de sensores en tiempo real



Procesos de Innovación

- Consolidación de la inversión en TI y redes
- Una sola implementación para varias aplicaciones



Impacto en la Gente

- Ciudadanos
- Tráfico
- Leyes y normas
- Planeación de urbanismo coherente



Impacto Económico

- Menos gasto en energía eléctrica
- Mayor eficiencia en las operaciones
- Mejora en el tráfico
- Seguridad Ciudadana

\$\$\$

Propuesta de Cisco para Guayaquil (Guayaquil Digital)

- Aterrizando en nuestra realidad Ecuatoriana:

Economías Emergentes



Cuestiones legales



Áreas de Importancia en IoT



Seguridad y Privacidad



Interoperabilidad y
Estándares

Desafíos en IoT: cinco áreas temáticas clave de la IoT para explorar algunos de los desafíos y cuestiones relacionadas con la tecnología más urgentes

La Explosión de los Datos No estructurados



Cerca de Miles Exabytes de datos se generaron en 2018

- Más del 90% fue datos no estructurados
- La mayoría de los datos no estructurados **No son** almacenados o procesados



Source: Cloudera

Datos Estructurados y No Estructurados

Actualidad y convivencia de los Datos en la Digitalización

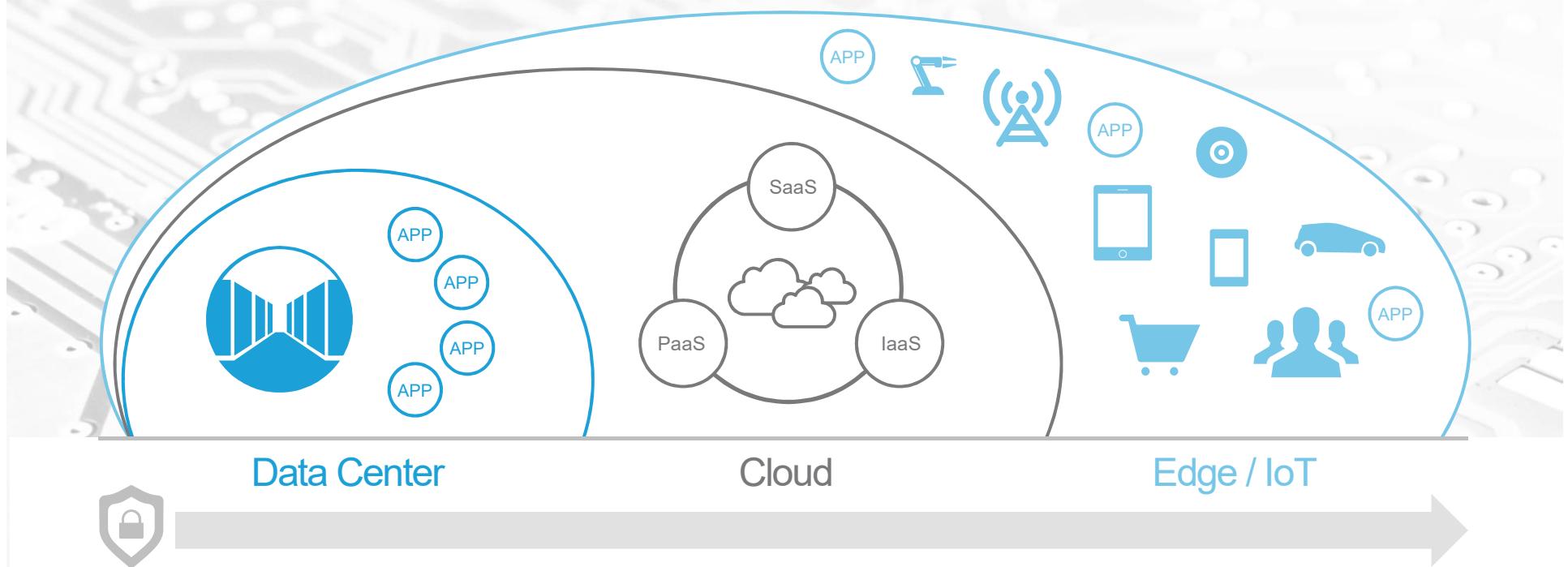
Datos Estructurados Datos no estructurados Streaming de datos



"La Mayoría de los datos se procesarán en el Edge"
(mobile devices, appliances, routers)

IoT está marcando la evolución de las comunicaciones

Infraestructura lista para IoT

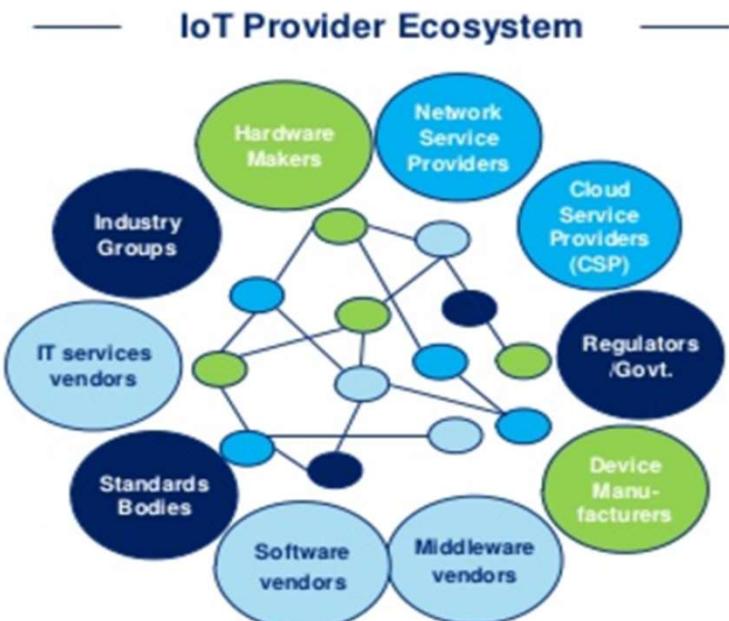




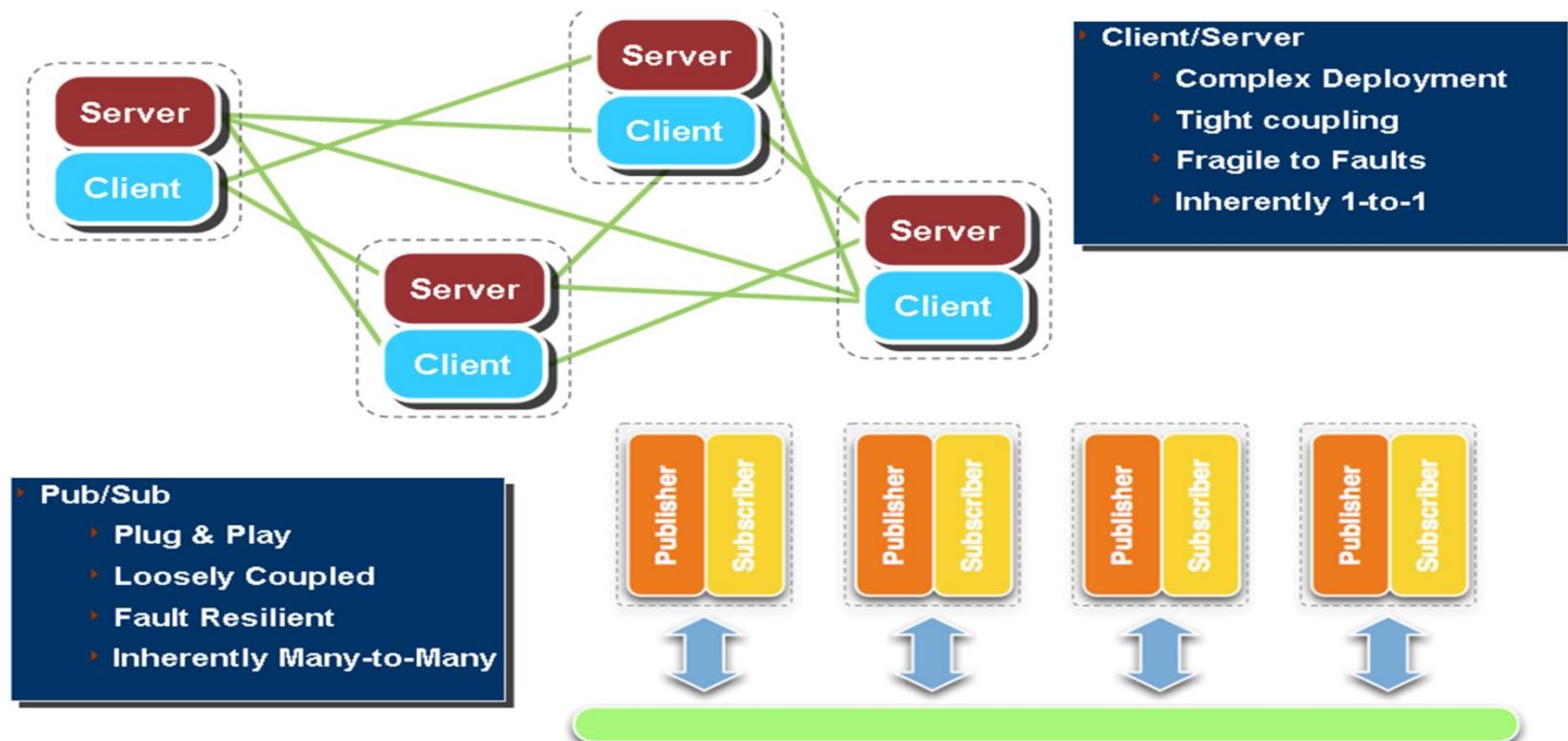
Protocolos de Aplicación para IoT

Interoperabilidad de Protocolos

- Un gran desafío de IoT es la Interoperabilidad, más aún cuando se conectan dispositivos industriales de sistemas críticos
- Muchos protocolos propietarios y abiertos existen, compitiendo para ser el único a ser utilizado.



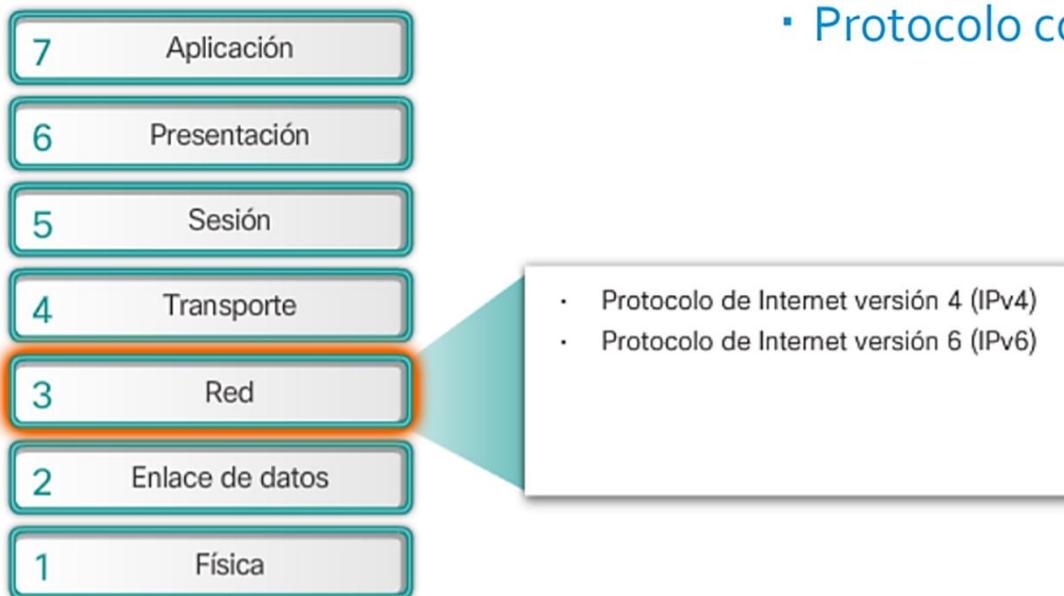
Cliente/Servidor vs Publicar/Subscribir



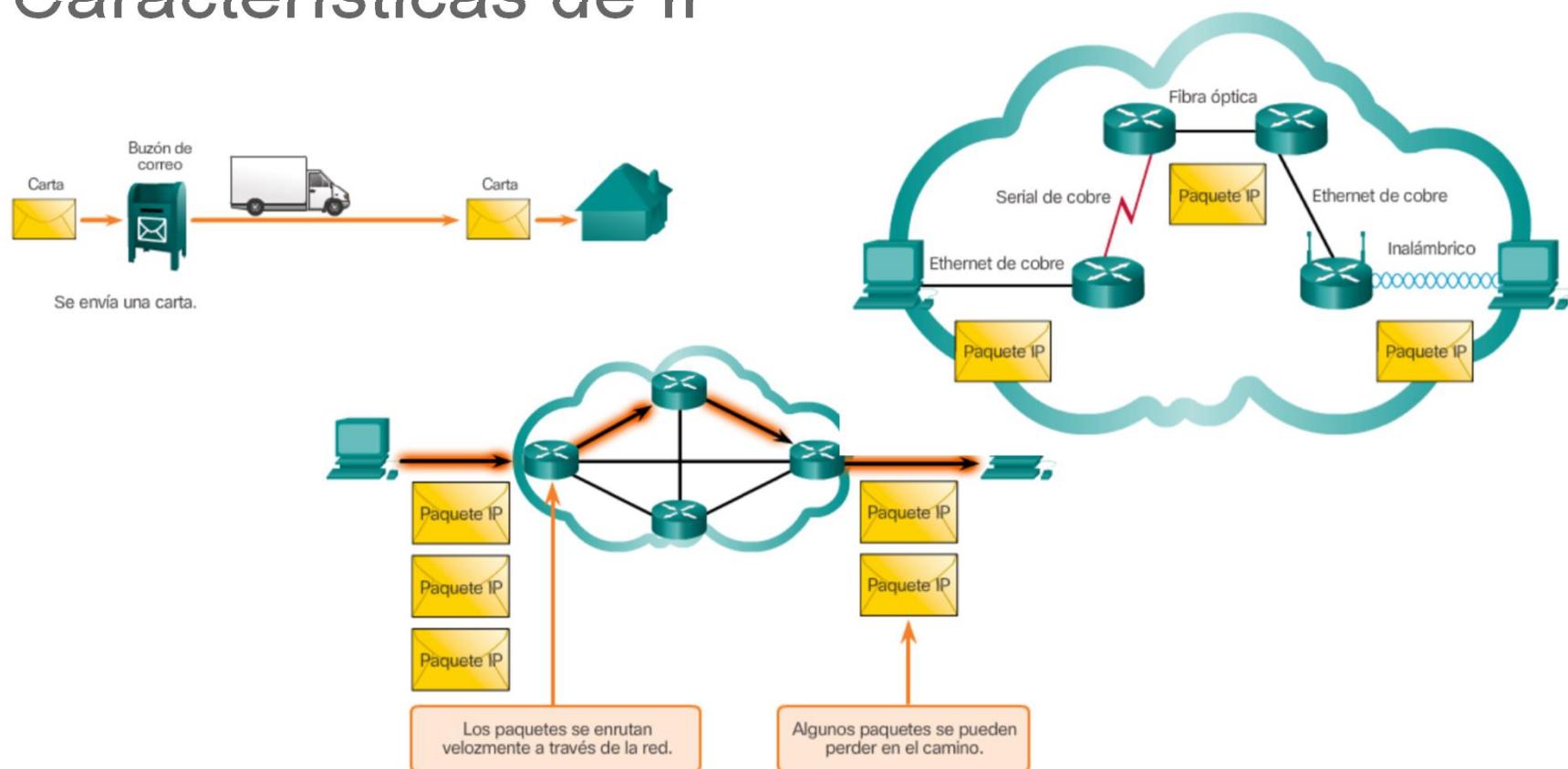


IP como Protocolo de Capa de Red para IoT

Importancia de IP en las comunicaciones



Características de IP



Ventajas de IP para IoT

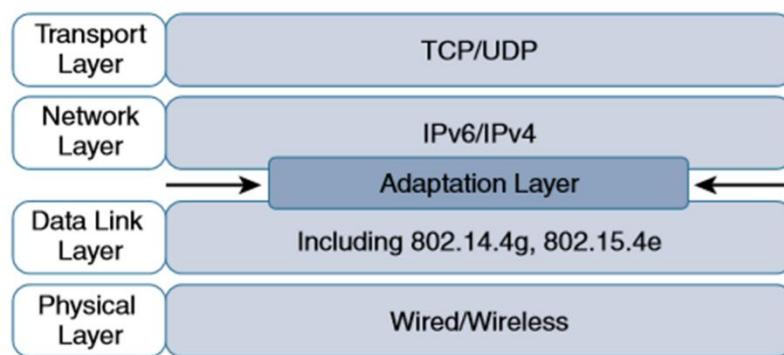
- **Abierto y basado en estándares:** IOT crea un nuevo paradigma en el que los dispositivos, las aplicaciones y los usuarios pueden aprovechar un gran conjunto de dispositivos y funcionalidades a la vez que garantizan la interoperabilidad, la seguridad y la administración.
- **Versátil.**



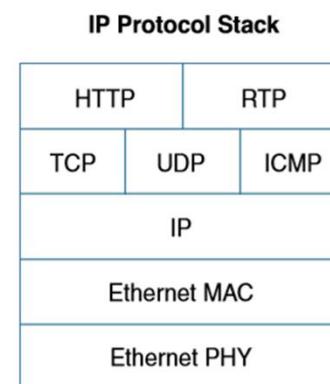
- **Escalable:** Millones de nodos de infraestructura de IP privados y públicos han estado operativos por años
- **Manejable y seguro.**
- **Estable y resistente.**
- **Adopción del mercado de consumidores.**
- **El factor de innovación.**



Adaptación de IP para IoT



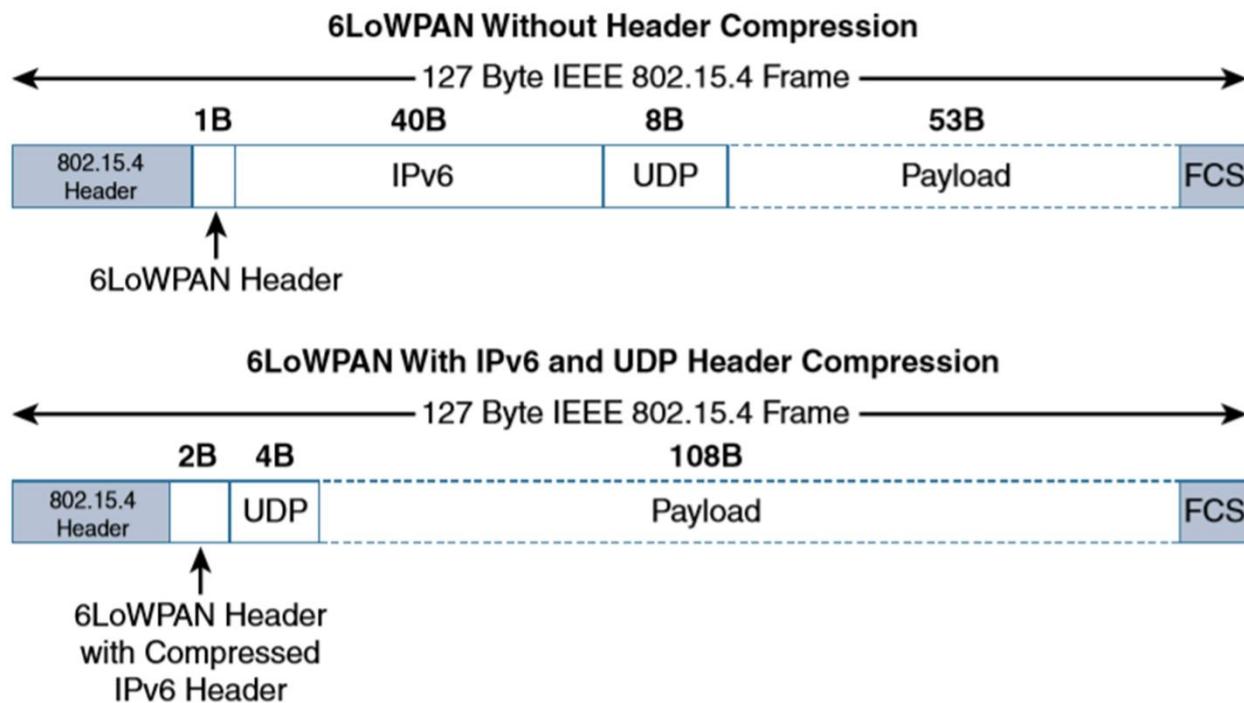
**IPv6-based Low-power
Wireless Personal Area Networks**



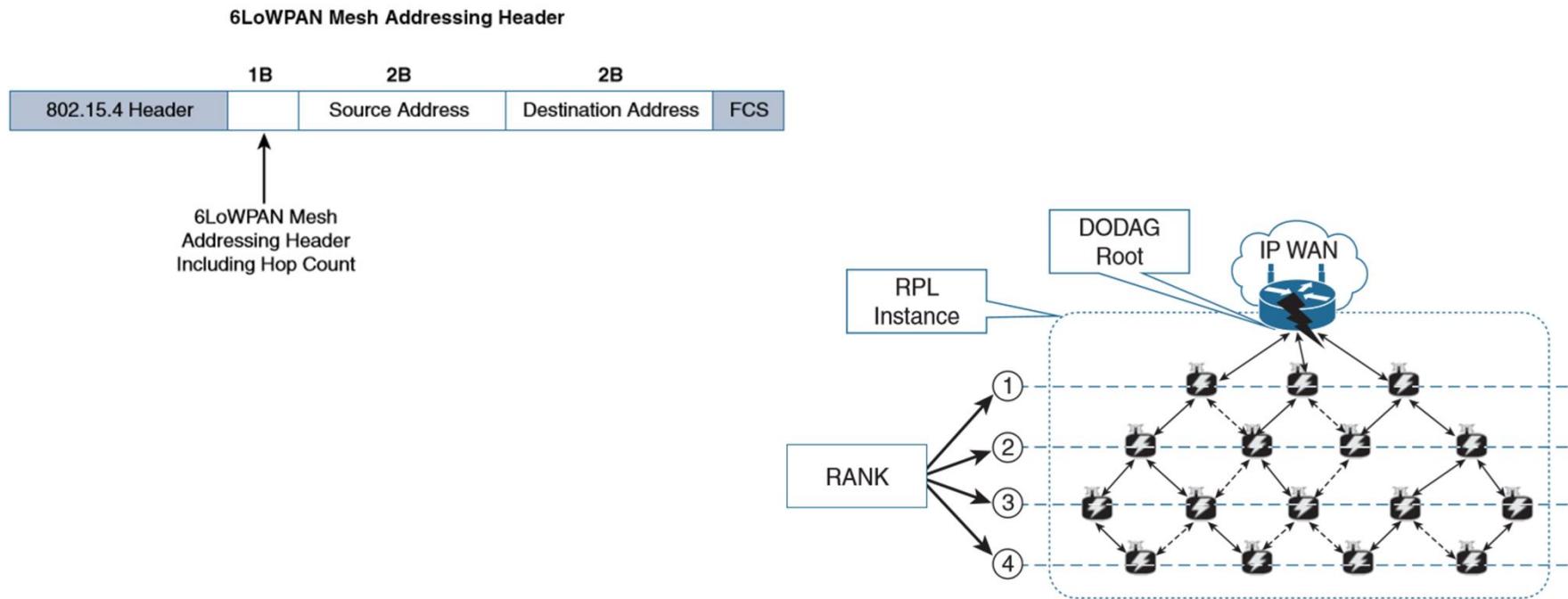
**IoT Protocol Stack with
6LoWPAN Adaptation Layer**

Application Protocols	
UDP	ICMP
IPv6	
LoWPAN	
IEEE 802.15.4 MAC	
IEEE 802.15.4 PHY	

Adaptación de IP para IoT



Adaptación de IP para IoT: “Nuevo direcccionamiento y enrutamiento”



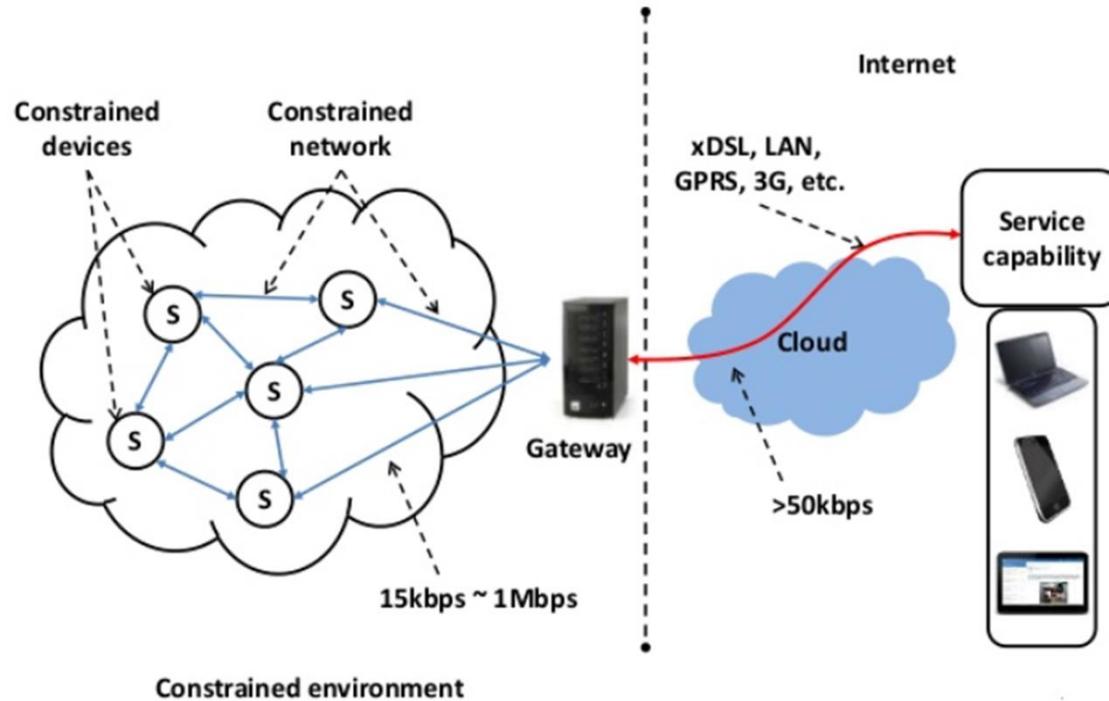


Conectando Objetos Inteligentes

Necesidad de Optimización: Constrained Nodes – Constrained Networks

- Tal como analizamos anteriormente, IoT está construido sobre una red IP, sin embargo, desafíos existen aún en este tipo de redes y más con IoT.
- Los objetos y las redes que se forman deben tener ciertas características especiales:
 - ✓ Topologías con objetos (nodos), no siguen necesariamente el mismo comportamiento que una red de PCs
 - ✓ Impredecible Throughput y lenta convergencia
 - ✓ Consumo de energía: Dispositivos a batería (Autonomía)
 - ✓ Dispositivos con recursos limitados en general (comunicación, procesamiento, low-power, AB)

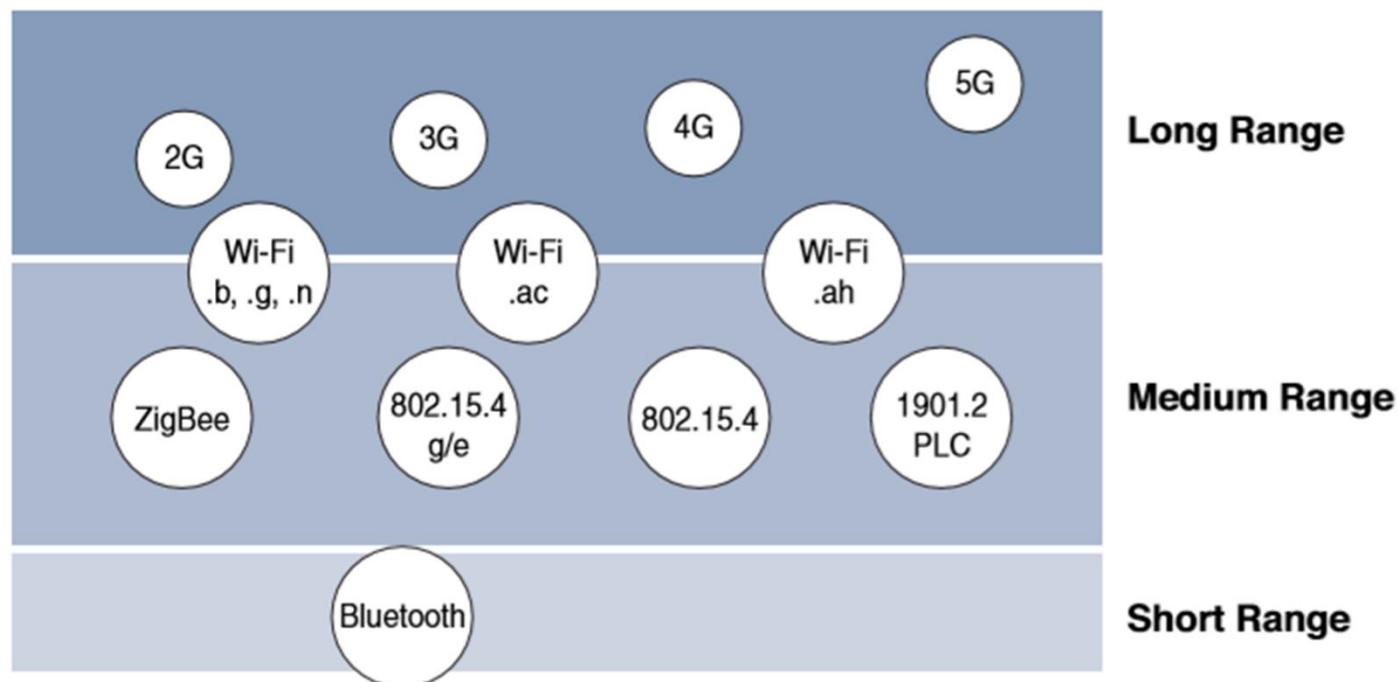
Constrained Networks o LLN: Low-Power and Lossy Networks



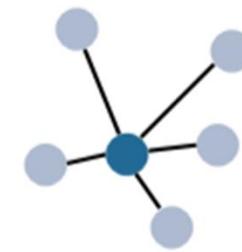
Clases en Constrained Nodes

Class	RAM	Flash	Comments
Class 0	< 1 KB	< 100 KB	Devices use gateways to communicate, have rudimentary communication capabilities only
Class 1	~10 KB	~100 KB	Devices use protocols designed for IoT, using Constrained Application Protocols (CoAP). Can interact with other devices without going through a gateway.
Class 2	~50 KB	~250 KB	Devices use regular IP (IPv6) protocols and can behave as regular network devices

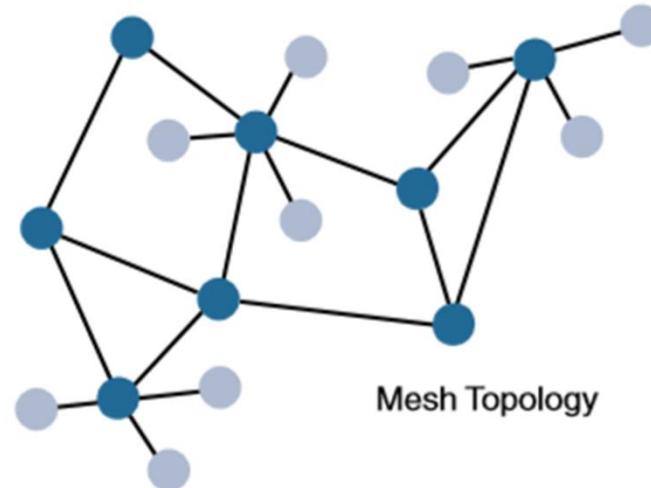
PHY y Capa de Enlace de datos



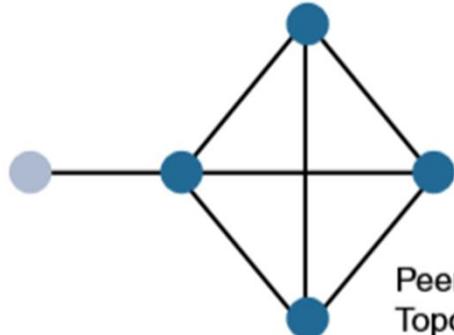
Topologías Básicas de Interconexión



Star Topology



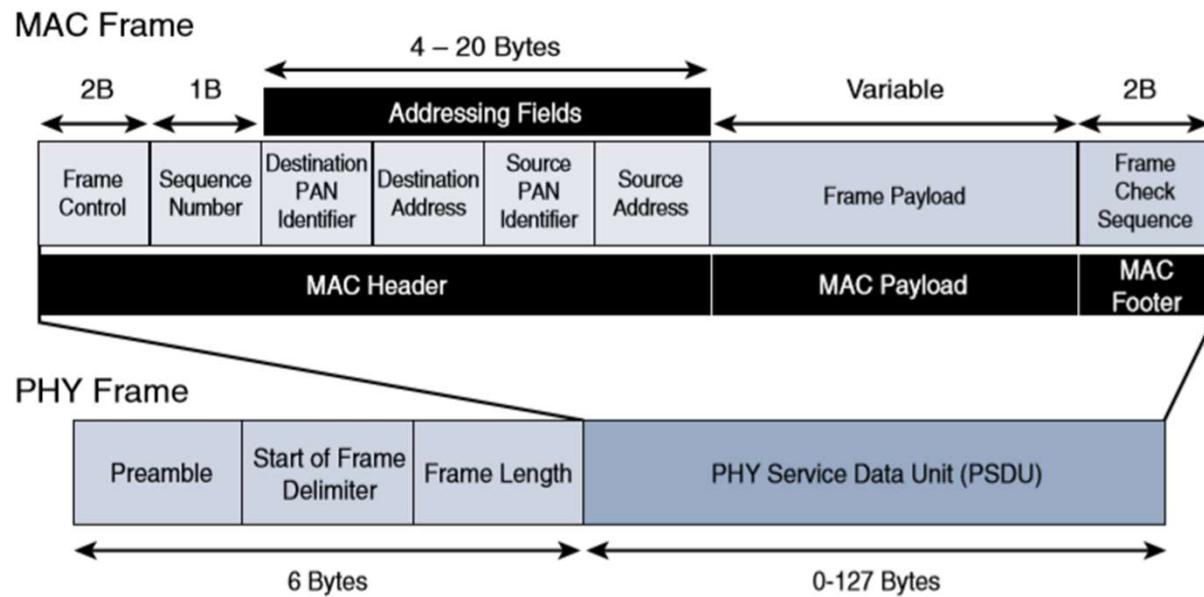
Mesh Topology



Peer-to-Peer
Topology

- Full Function Device
- Reduced Function Device

Tecnologías de Acceso para IoT basadas en IEEE 802.15.4

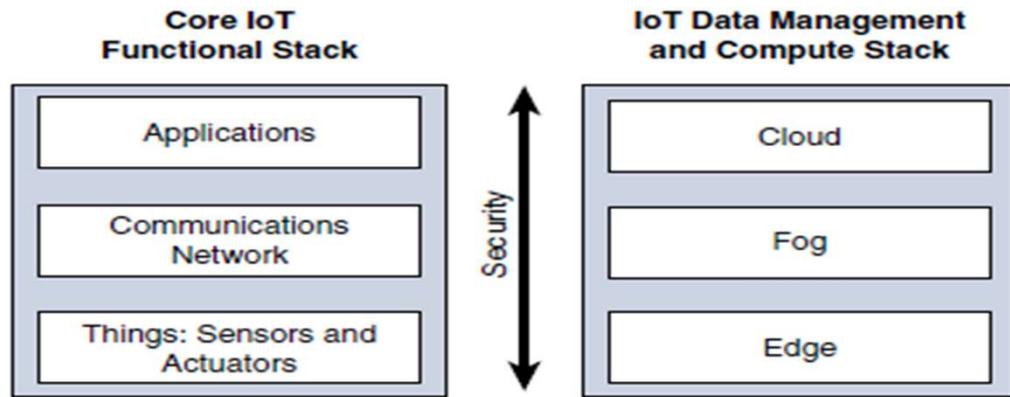


IOT World Forum

Levels

- 7 **Collaboration & Processes**
(Involving People & Business Processes)
- 6 **Application**
(Reporting, Analytics, Control)
- 5 **Data Abstraction**
(Aggregation & Access)
- 4 **Data Accumulation**
(Storage)
- 3 **Edge Computing**
(Data Element Analysis & Transformation)
- 2 **Connectivity**
(Communication & Processing Units)
- 1 **Physical Devices & Controllers**
(The "Things" in IoT)

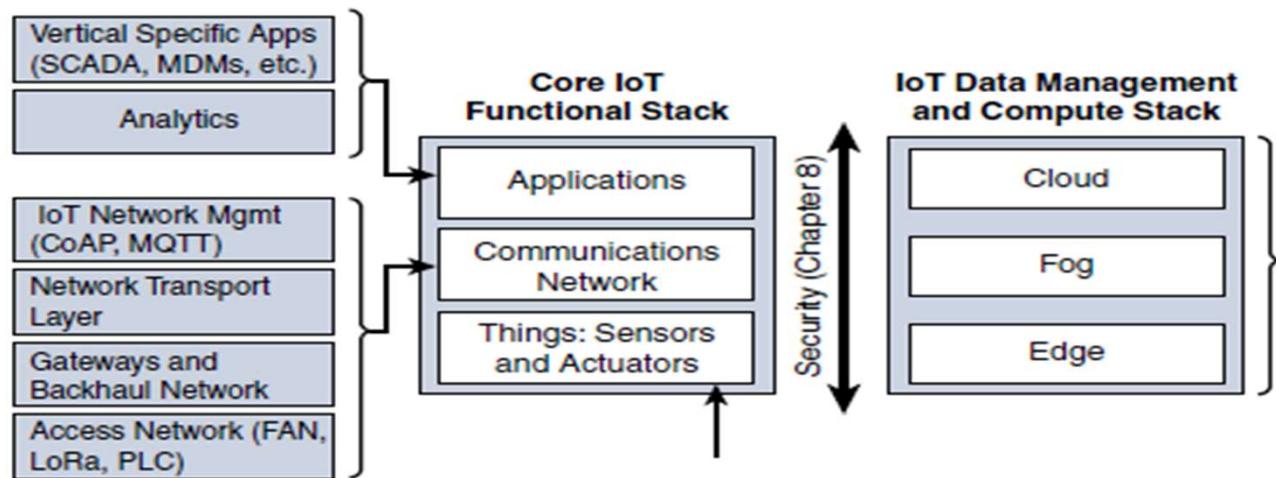




Ultima milla: Dependiente del proyecto

Data Center y límite perimetral: Tecnologías propias de IT, Tunneling, VPN, QoS, BGP

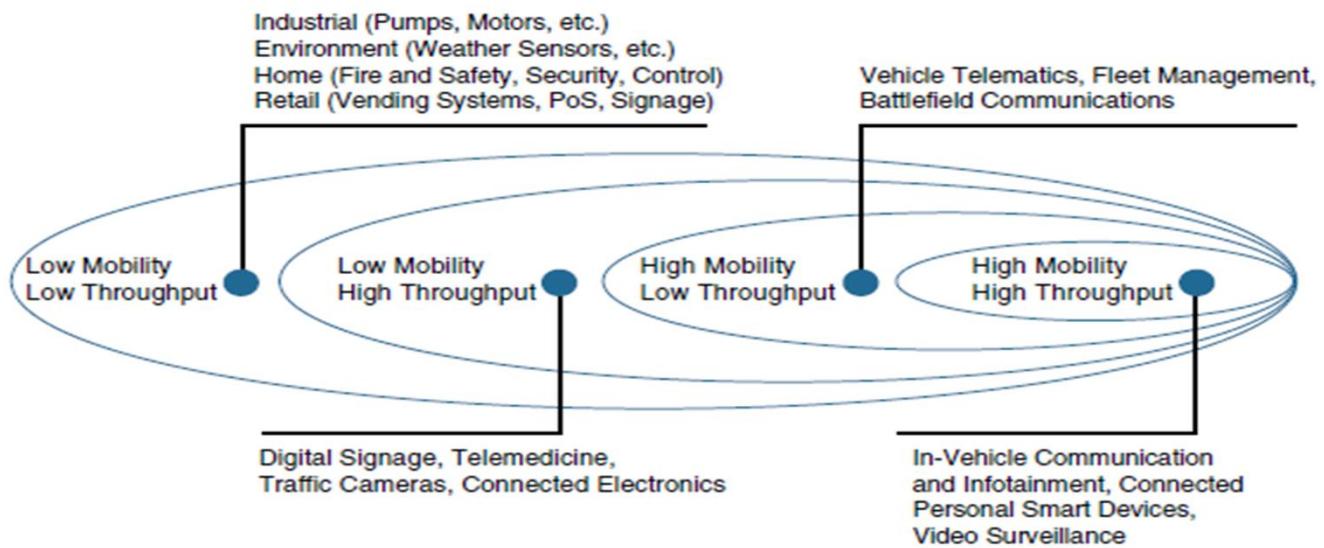
Arquitectura simplificada



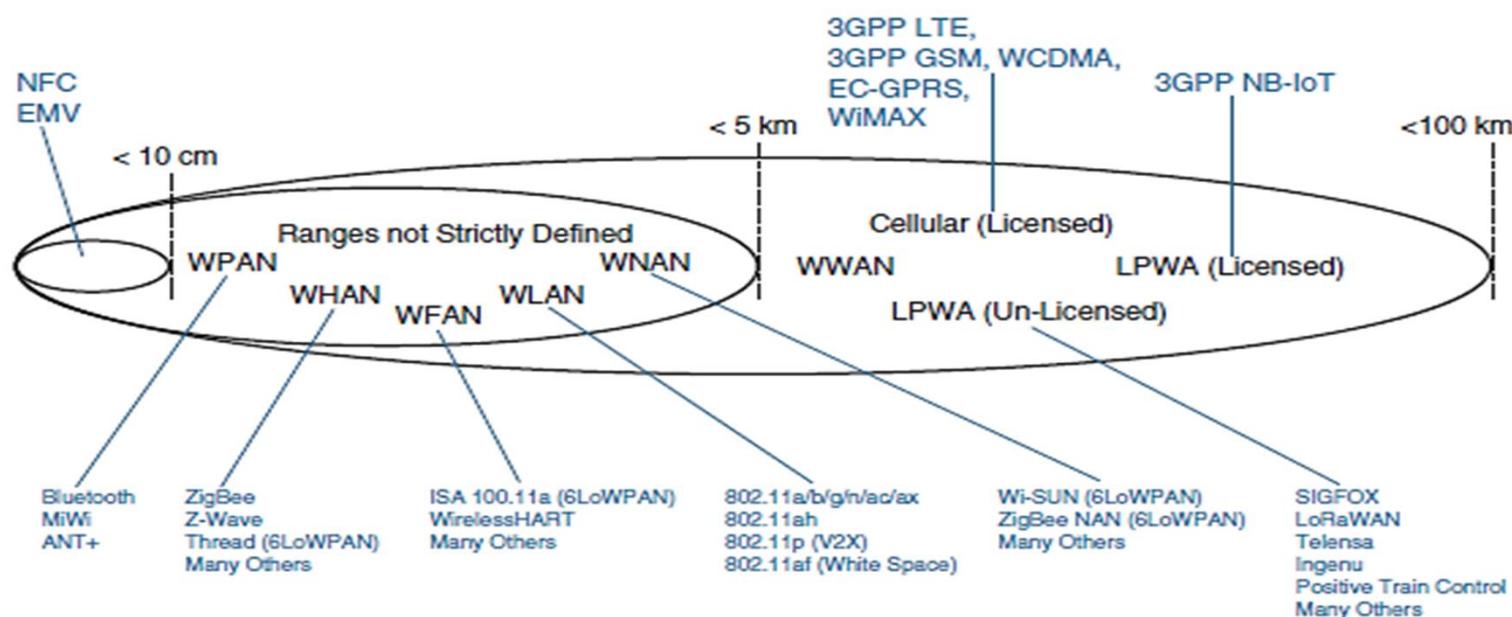
Things - Objetos

- Conectadas por batería
- Móviles
- Estático
- Frecuencia de envío de datos
- Datos simple o complejos
- Rango de Reporte
- Densidad de objetos por celda





Conectividad de red



WPAN: Wireless Personal Area Network

WHAN: Wireless Home Area Network

WFAN: Wireless Field (or Factory) Area Network

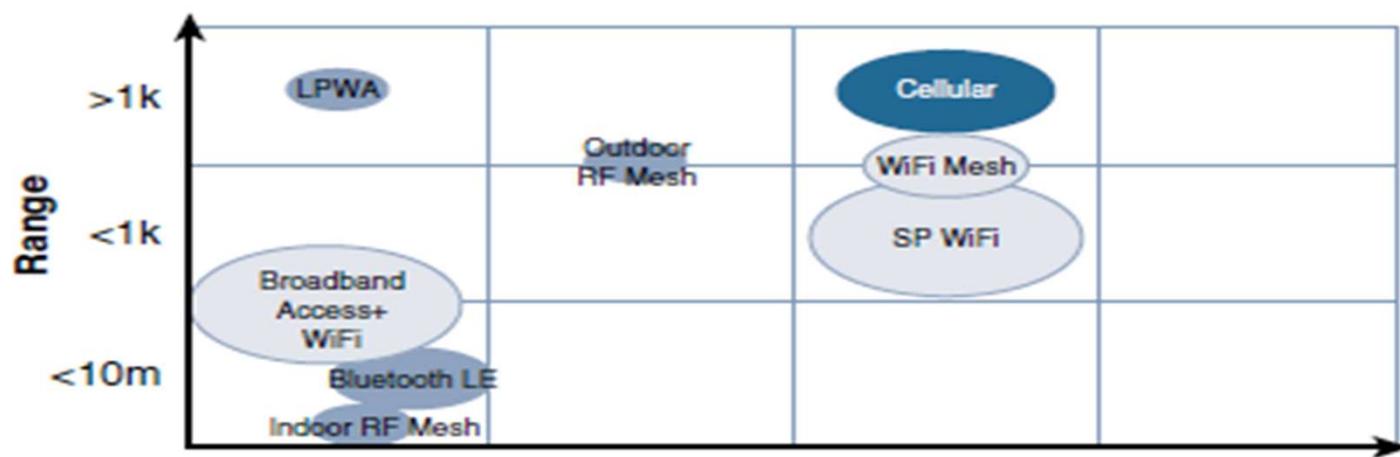
WLAN: Wireless Local Area Network

WNAN: Wireless Neighborhood Area Network

WWAN: Wireless Wide Area Network

LPWA: Low Power Wide Area

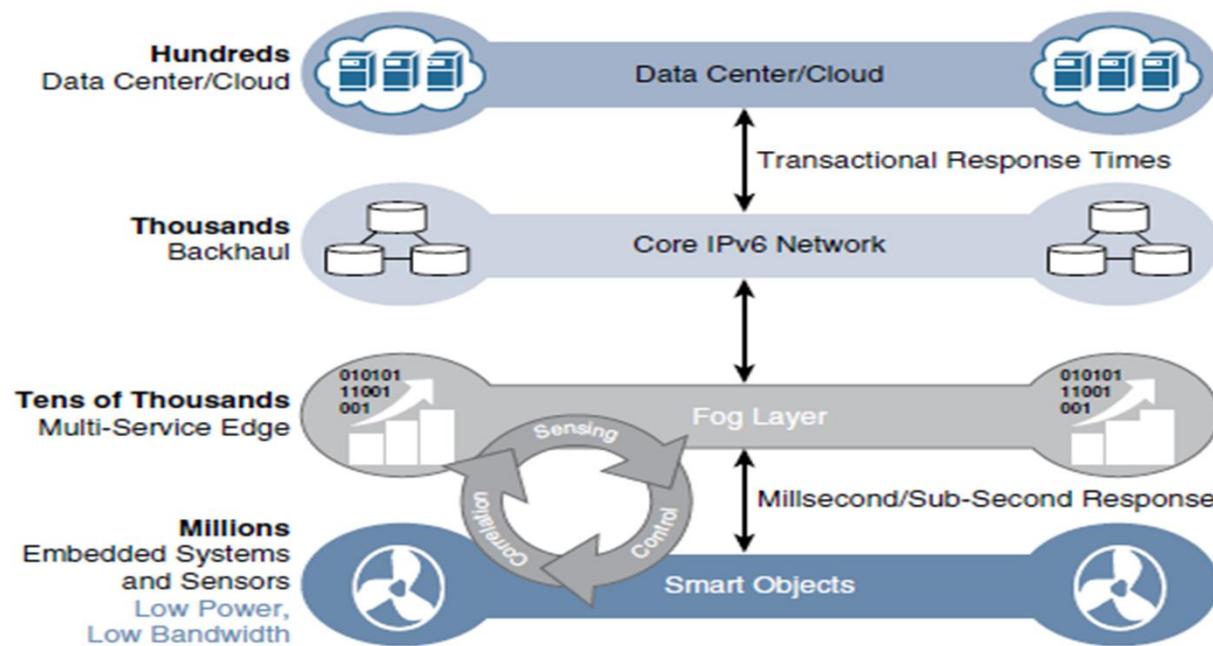
Consumo energético/distancia



RETOS DE IOT

- Ancho de banda en la última milla
- Latencia sumamente alta
- Muchos datos no interesantes
- Imposible almacenar y analizar toda la data de la nube

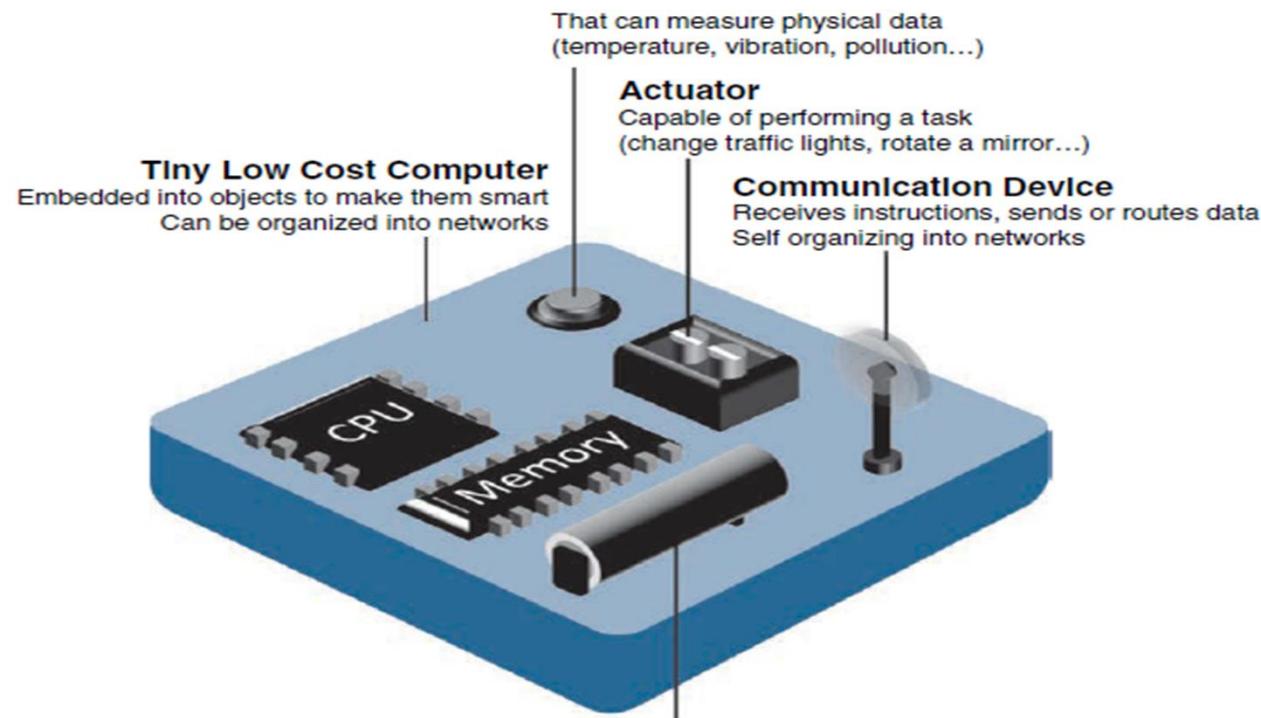
Edge,fog, cloud





Technology	Type and Range	Architectural Characteristics
Ethernet	Wired, 100 m max	Requires a cable per sensor/sensor group; adapted to static sensor position in a stable environment; range is limited; link is very reliable
Wi-Fi (2.4 GHz, 5 GHz)	Wireless, 100 m (multipoint) to a few kilometers (P2P)	Can connect multiple clients (typically fewer than 200) to a single AP; range is limited; adapted to cases where client power is not an issue (continuous power or client battery recharged easily); large bandwidth available, but interference from other systems likely; AP needs a cable
802.11ah (HaloW, Wi-Fi in sub-1 GHz)	Wireless, 1.5 km (multipoint), 10 km (P2P)	Can connect a large number of clients (up to 6000 per AP); longer range than traditional Wi-Fi; power efficient; limited bandwidth; low adoption; and cost may be an issue
WiMAX (802.16)	Wireless, several kilometers (last mile), up to 50 km (backhaul)	Can connect a large number of clients; large bandwidth available in licensed spectrum (fee-based); reduced bandwidth in license-free spectrum (interferences from other systems likely); adoption varies on location
Cellular (for example, LTE)	Wireless, several kilometers	Can connect a large number of clients; large bandwidth available; licensed spectrum (interference-free; license-based)

Dispositivos embebidos -- SANET



- Miniaturización
- Mínimo consumo energético
- Aumento de Procesamiento
- Mejores capacidades de comunicación
- Estandarización de las comunicaciones

LoRa



- Longe Range es una tecnología de capa física con características como la velocidad de datos variable (DR), ancho de banda escalable (BW), alta robustez y factores ortogonales de ensanchamiento (SF).
- Los dispositivos LoRa permiten escoger entre seis SF (7 – 12), con el fin de mejorar la calidad en el uso del espectro y la capacidad de la red.
- Las bandas de frecuencia LoRa poseen un ciclo de trabajo limitado al 0.1% y 1%, lo que provoca restricciones en el número diario de transmisiones que puede realizar un dispositivo

Características

LoRa está pensado para aplicaciones de baja potencia de red de área amplia (LPWAN).

La combinación de baja potencia y largo alcance limita la velocidad de datos máxima a 50 kbits por segundo (Kbps).

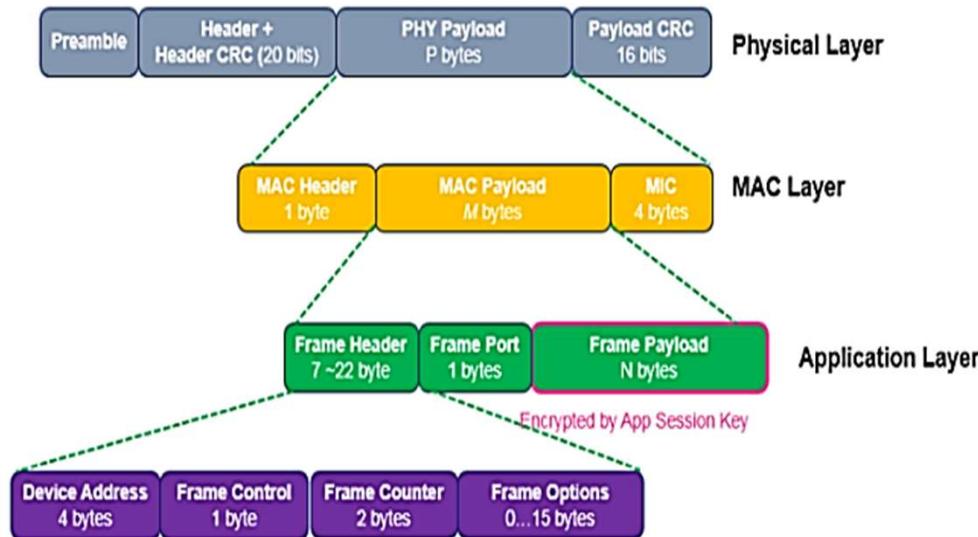
LoRa es una tecnología exclusiva y patentada de propiedad de [Semtech Corporation](#), que funciona en la banda ISM menores a 1Ghz.

Este tipo de señales poseen un menor factor de ruido, atenuación y desvanecimiento respecto a la banda libre ISM de 2,4 Ghz

La asignación de frecuencias y los requisitos reglamentarios para ISM varían por región

Dos de las más populares son las frecuencias de 868 megahercios (MHz) utilizada en Europa y 915 MHz utilizada en América

Arquitectura LoRa



- El MAC Payload especifica el tipo de mensaje y la versión del formato de la trama de la capa LoRaWAN. Existen seis tipos de mensajes como se muestra en la siguiente tabla

MType	Descripción
000	Join Request
001	Join Accept
010	Unconfirmed Data UP
011	Unconfirmed Data Down
100	Confirmed Data UP
101	Confirmed Data Down
110	Reservado para el futuro(RFU)
111	Proprietary

Modulación LoRa

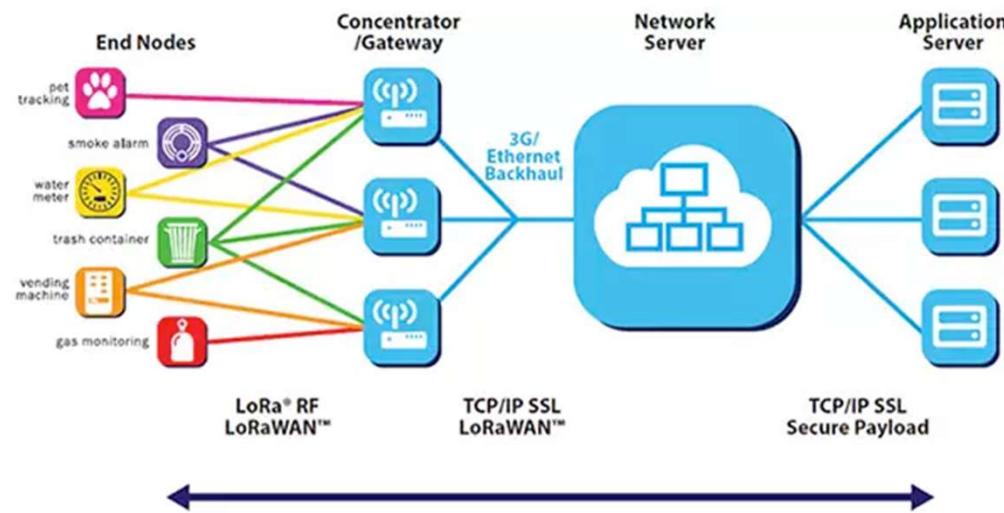
- LoRa es un método patentado de modulación de espectro ensanchado y utiliza una variación de la modulación de espectro extendido de Chirp (CSS) que tiene características de baja potencia, bajo consumo y robustez frente a interferencias.
- Dicha tecnología de espectro de propagación permite que los mensajes a diferentes velocidades de datos sean ortogonales, generando un conjunto de canales virtuales lo que permite incrementar la capacidad de la puerta de enlace

LoRaWAN

- LoRaWAN es el protocolo MAC o la capa de acceso al medio de la red LoRa, define las reglas de comunicación. Al comparar con el modelo OSI, LoRaWAN se puede considerar equivalente a la capa 2 y 3, es decir, la capa de enlace y red respectivamente
- LoRaWAN se implementa en la parte superior de la capa física LoRa

Elementos LoRaWAN

Una red LoRaWAN utiliza una topología de tipo estrella en la que cada nodo final se comunica con varias puertas de enlace y posteriormente con el servidor de red.



Nodos finales

- Recopilan datos de sensor, lo transmiten uplink y downlink

Concentrador/Compuerta

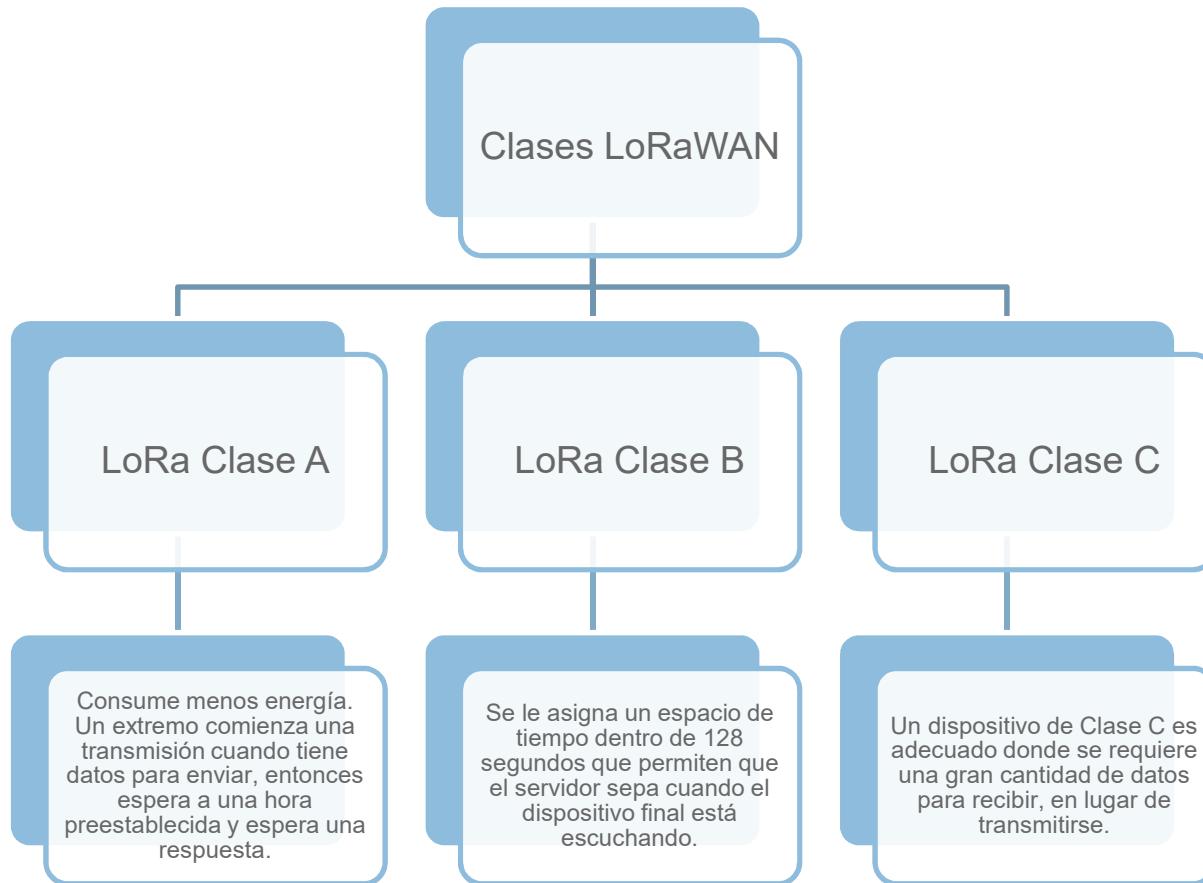
- Actúa como un puente transparente y retransmite los datos bidireccionales entre los nodos finales y los servidores.

Puertas de enlace

- Decide qué compuerta debe responder a un mensaje de nodo final.

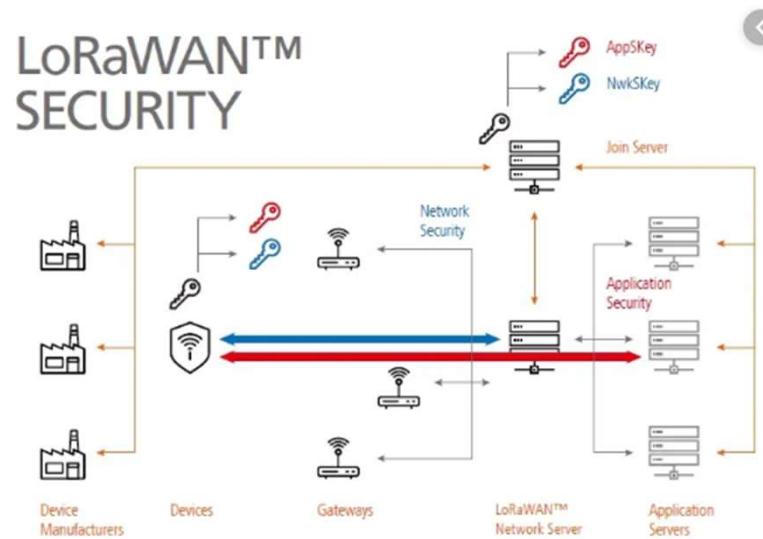
Servidor de la aplicación

- Recopila y analiza los datos de los nodos finales.



Seguridad LoRa

- Una seguridad sólida es un elemento clave de cualquier diseño LPWAN. LoRaWAN utiliza cifrado AES de 128 bits y tiene dos capas independientes de seguridad, una clave de sesión de red (NwkSKey) y una clave de sesión de aplicación (AppSKey)



Hay dos métodos para implementar las claves:

- ❖ Activación mediante personalización (ABP): El método de activación ABP es el más sencillo ya que se configura de forma manual la DevAddr y las llaves de sesión, de esta forma el gateway valida que los datos sean los correctos e inicia la transmisión
- ❖ Activación inalámbrica (OTAA): es el proceso de activación es más largo y comienza cuando el dispositivo final envía una petición de unión posteriormente el servidor de red responde con una aceptación de unión a continuación al recibir el mensaje de aceptación, los dispositivos finales generan las llaves de sesión y empieza a transmitir.

LoRaServer y The Things Network

- **ChirpStack**, un *servidor LoRaWAN de código abierto*, que proporciona los componentes para crear redes LPWAN basadas en LoRaWAN, con una interfaz web fácil de usar y APIs, lo que permite desplegar redes LPWAN públicas o privadas para aplicaciones finales en las que se necesita un control total de la red.
- **TTN** es una organización dedicada a crear una red distribuida y descentralizada para IoT con filosofía open source hardware y software. Con la peculiaridad de que la red la crea la comunidad instalando gateways que dan cobertura y permiten la comunicación de los nodos e Internet. TTN cuenta con 9646 gateways instalados por todo el mundo y más de 35000 usuarios.



Fundamentos de Electrónica

La Corriente Eléctrica

- La corriente eléctrica es un movimiento o flujo de electrones a través de un conductor; este movimiento no es posible sin la aplicación a dicho conductor de una fuerza electromotriz

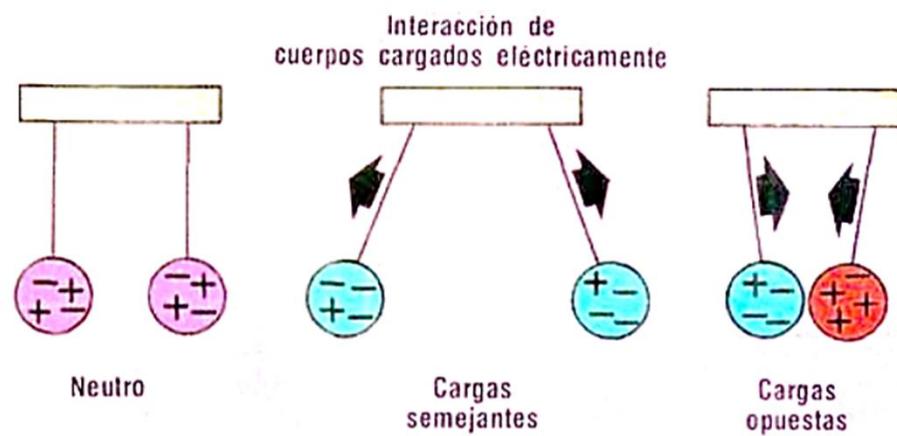
Electricidad:

- Estática
- Dinámica



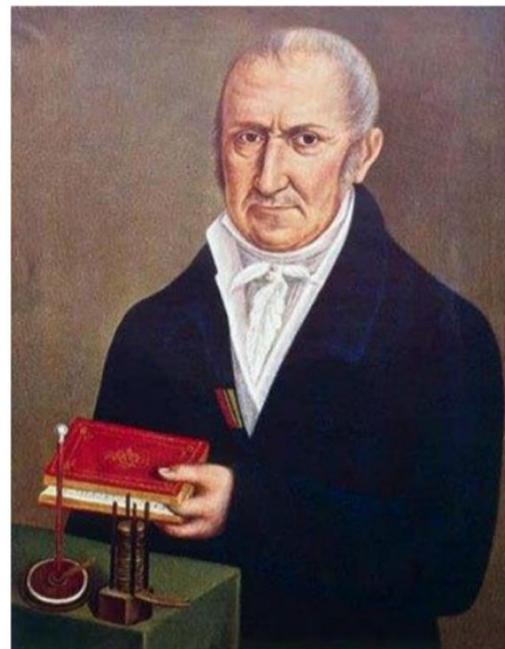
La Electricidad Estática

- Se produce por la acumulación de cargas en un punto de un material.



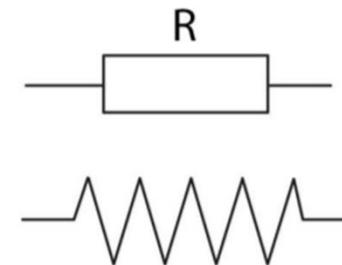
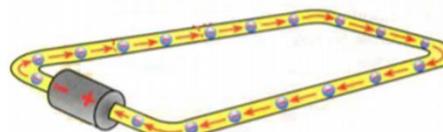
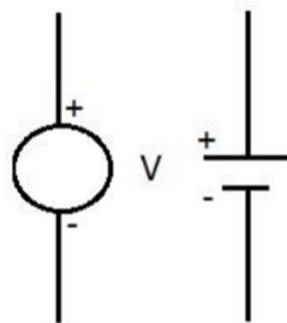
La Electricidad Dinámica

- Para que la electricidad sea realmente útil, ésta debe permanecer en movimiento, es decir, debe ser dinámica o activa.



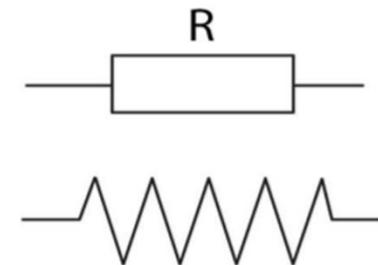
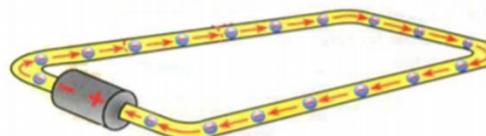
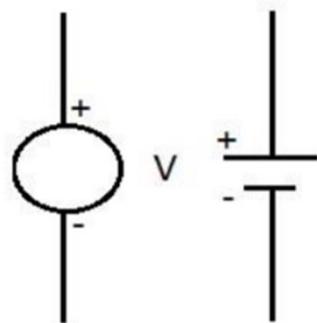
Circuitos Electrónicos

- Es una combinación de componentes conectados entre sí de manera que proporcionen una o más trayectorias cerradas que permitan la circulación de la corriente y el aprovechamiento de ésta para la realización de un trabajo útil.
- Todo circuito tiene 3 características:



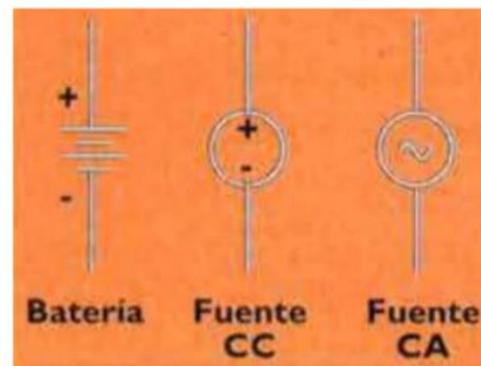
Circuitos Electrónicos

- Es una combinación de componentes conectados entre sí de manera que proporcionen una o más trayectorias cerradas que permitan la circulación de la corriente y el aprovechamiento de ésta para la realización de un trabajo útil.
- Todo circuito tiene 3 características:



Voltaje y Fuentes

- Para que haya un flujo de corriente a través de un circuito es necesario aplicar una fuerza capaz de mover los electrones que se encuentren en el circuito, llamada voltaje.
- Simbología y tipos de fuentes



Voltaje y Fuentes

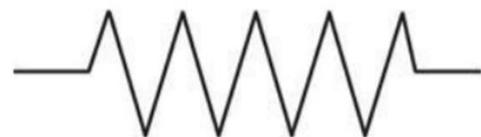
- Unidad de medida



	PREFIJO	SÍMBOLO	FACTOR DE MULTIPLICACIÓN
Múltiplos	Kilovoltio	KV	$\times 1.000$
	Megavoltio	MV	$\times 1'000.000$
Unidad básica	Voltio	V	$\times 1$
Submúltiplos	milivoltio	mV	$\times 0,001$
	microvoltio	μ V	$\times 0,000001$

Resistencia

- Todos los materiales conductores o aisladores ofrecen cierta oposición al paso de la corriente, propiedad que se llama resistencia.



Resistencia

- Unidad de medida

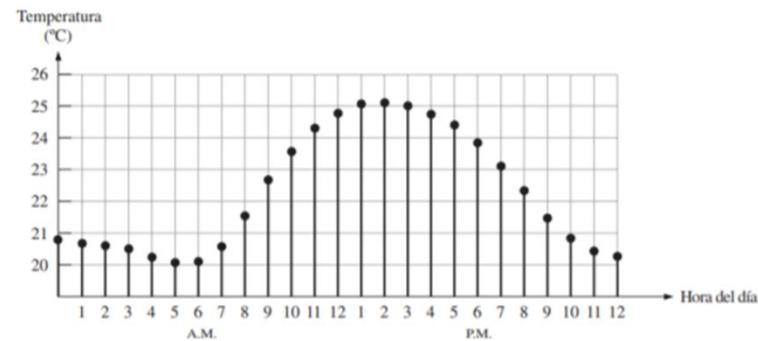
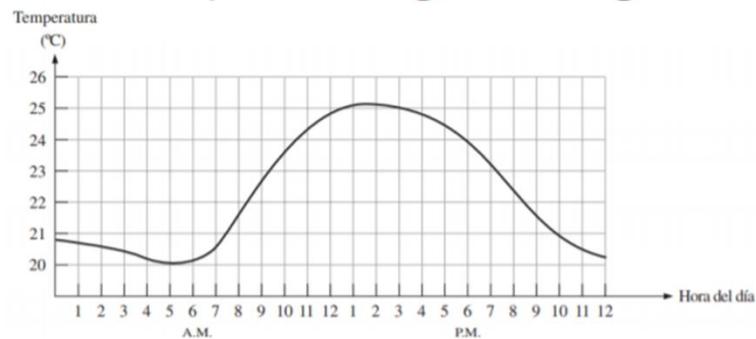


Múltiplos	PREFIJO	SÍMBOLO	FACTOR DE MULTIPLICACIÓN
Múltiplos	Megohmio	MΩ	x 1'000.000
	Kilohmio	KΩ	x 1.000
Unidad básica	Ohmio	Ω	x 1



Tipos de Circuitos Electrónicos

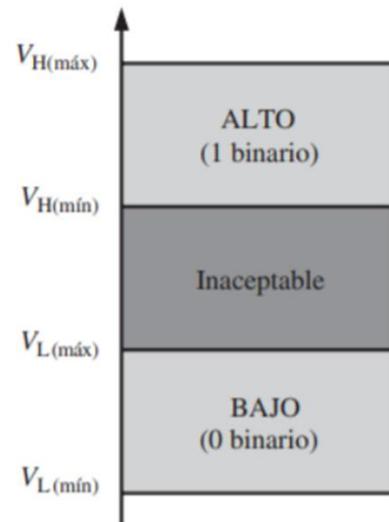
- Los circuitos electrónicos pueden dividirse en dos amplias categorías: digitales y analógicos



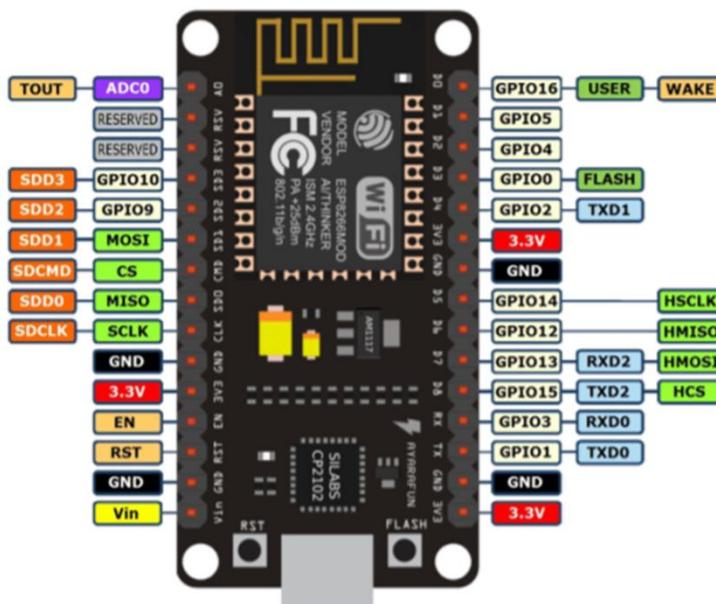
Tipos de Circuitos Electrónicos

- La electrónica digital utiliza sistemas y circuitos en los que sólo existen dos estados posibles.

ALTO (HIGH) y BAJO (LOW)



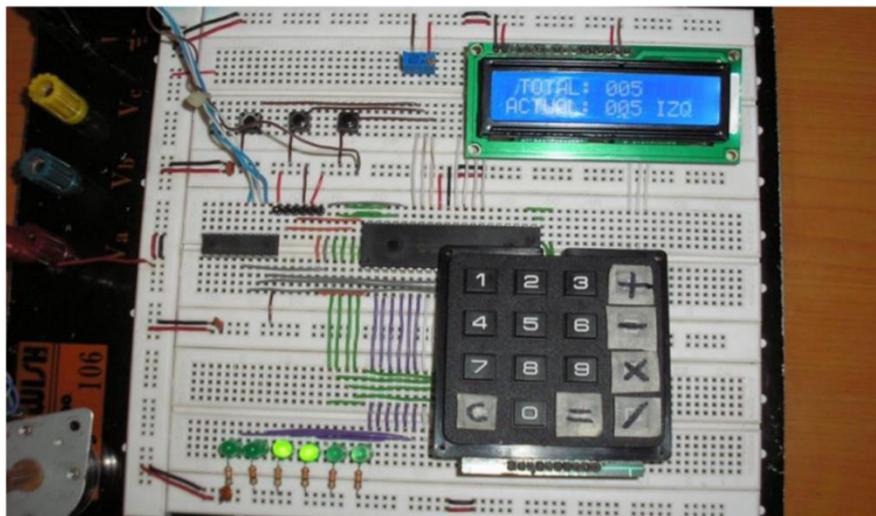
Kit de Desarrollo: Node MCU



- Comunicación UART, SPI, I₂C
- Módulo WiFi 2.4GHz 802.11b/g/n
- Soporta seguridad WPA y WPA2
- Soporta tres modos de operación: STA/AP/STA+AP
- Protocolo TCP/IP integrado
- Pueda programarse de forma remota vía OTA
- 16 puertos GPIO (funcionan a 3,3V 15mA max.)
- 1 entrada ADC de 10bits (1,8V máx. pero solo mide hasta 1V)
- CPU 80MHz (default) pudiendo llevarse a 160MHz
- RAM 128Bytes
- ROM 4MBytes
- Un pin GND otro de 5V extras.

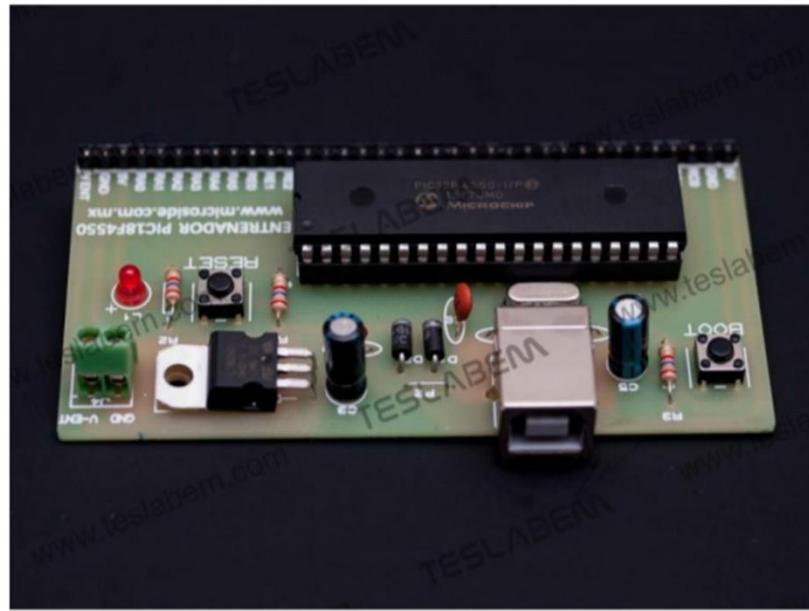
Kit de Desarrollo: Microcontrolador

- Un microcontrolador es un circuito integrado digital que puede ser usado para muy diversos propósitos debido a que es *programable*.



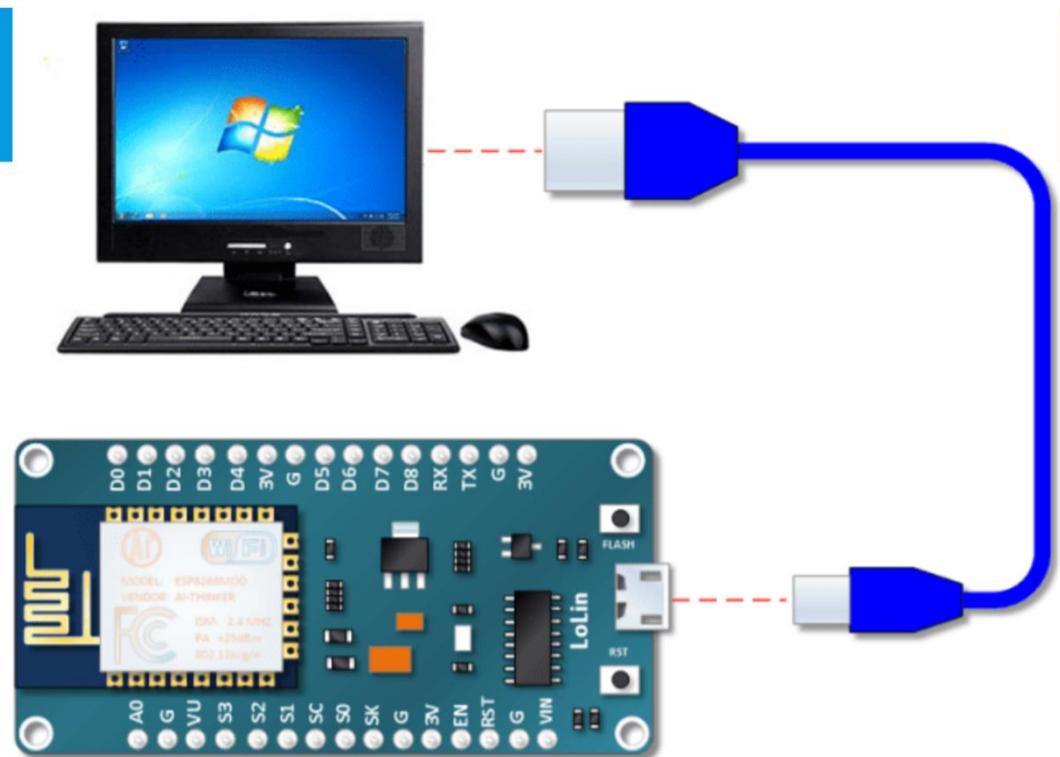
- CPU (Unidad central de proceso)
- Memoria ROM (Memoria de solo lectura)
- Memoria RAM (Memoria de acceso aleatorio)
- Líneas de entrada y salida (Periféricos)

Kit de Desarrollo: Tarjetas Integradas de Desarrollo



- Microcontrolador + Circuitos para facilidad de desarrollo.
- Microcontroladas
 - Especializadas en manejo de periféricos
- Microporcesadas
 - Especializadas en procesamiento de datos

Kit de Desarrollo: Arduino IDE



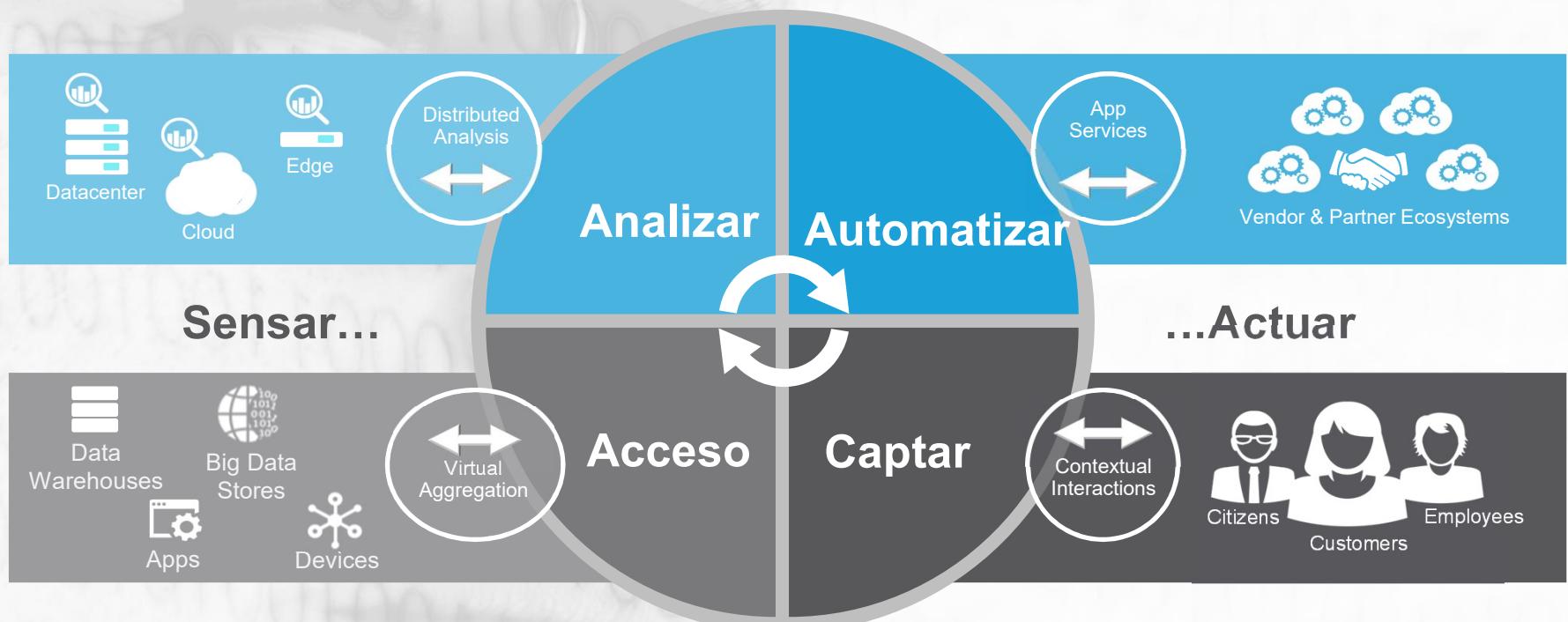
Kit de Desarrollo: Repositorio GitHUB

- <https://github.com/Nemo1710/YOTECIOTCourse/>



Fundamentos de Programación y Demo IoT

Analítica y Automatización de Datos



Datos = Sabiduría



Workshop IOT Basics

GRACIAS

www.ticec.cedia.edu.ec

ticec
— **VII** edición.