

4. PLATAFORMAS IoT

Eduard Lara

4.1 Introducción Plataformas IoT

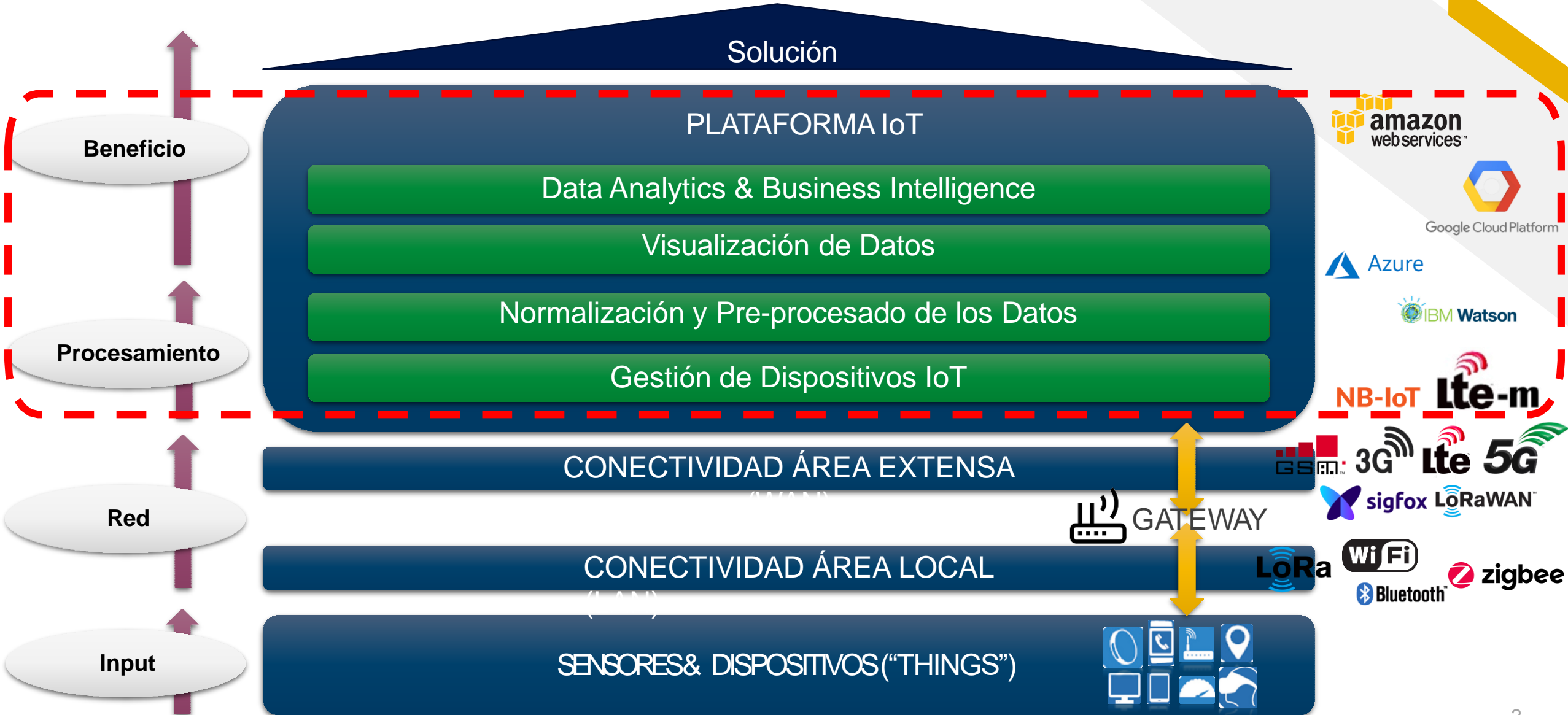
Introducción

- Vamos a ver un resumen de todas las plataformas que podríamos utilizar para interconectar todos nuestros dispositivos.
- Hay más de 400 plataformas que podemos utilizar.
- Veremos las principales que son líderes del mercado y que nos pueden dar un punto a favor de cara a poder establecer con facilidad la conectividad de nuestros dispositivos

Arquitectura global IoT

- Ya hemos visto en qué consisten las things y cómo podemos conectar a la plataforma de iot
- Ahora nos centraremos en las plataformas de IoT
- Veremos en detalle cada uno de los módulos de la plataforma de IoT
- Nos centraremos en revisar algunos casos de uso como pueden ser AWS, Microsoft Azure y Google Cloud Platform, pero hay una infinidad de plataformas a explorar
- Las plataformas IoT están para facilitarnos la vida haciendo todo el procesamiento y la gestión de nuestros dispositivos en la nube.

4.1 Plataformas IoT



4.1 ¿Qué aportan las Plataformas de IoT?

Una plataforma IoT es un servicio en la nube que va a permitir recolectar la información de todos los sensores, va a interactuar con esos actuadores para que hagan una determinada acción y a su vez va a procesar todos los datos para almacenarlos, visualizarlos y analizarlos y de esa manera extraer información útil que nos sirva en nuestro insight y toma de decisiones

- Habilita la conectividad *segura* de los dispositivos, permitiendo a través de certificados poder configurar nuestros dispositivos en la nube y además gestionar remotamente
- Facilita la ingesta de datos provenientes de los dispositivos. Cada thing puede enviar la información codificando de una manera diferente. Una plataforma va a normalizar y estandarizar la información para su posterior procesamiento
- Proporciona capacidades de analítica en tiempo real, con un alto volumen de datos, en función de si está más cercano al dispositivo (edge) o más cercano al cloud.
- Normalmente residirá en la nube, con acceso a los servicios de manera global, aportando una escalabilidad en costes asociados al uso. Si nuestro proyecto aumenta de volumen o necesitamos más funcionalidades pagaremos por el uso de esos servidores. No tendremos que añadir más servidores como si tuviéramos una infraestructura local

4.1 ¿Qué aportan las Plataformas de IoT?

Como impacta las plataformas de IoT a los diferentes niveles

NIVEL USUARIOS

- Acceso desde la nube a los dispositivos que tengamos conectados e interactuar con ellos (smartwatch, electrodomésticos, etc ...)
- Monitorizar en tiempo real todas las things y programar alertas en base información recolectada
- Controlar remotamente los dispositivos (por ejemplo desde el Smartphone, controlar la calefacción, persianas, electrodomésticos de nuestro hogar)

NIVEL EMPRESAS

- IoT es el habilitador de la Industria 4.0. Se dice que IoT es la próxima revolución industrial, llevará a una mayor de productividad a todas nuestras empresas.
- Vamos a monitorizar máquinas y líneas de producción
- Realizar pedidos de un producto de forma automática. Nuestras máquinas se autoconfiguraran para producirlo
- Predicción de averías gracias a todo el análisis de datos.
- Análisis de la producción y calidad en tiempo real
- Seguimiento de envío producto al cliente en tiempo real

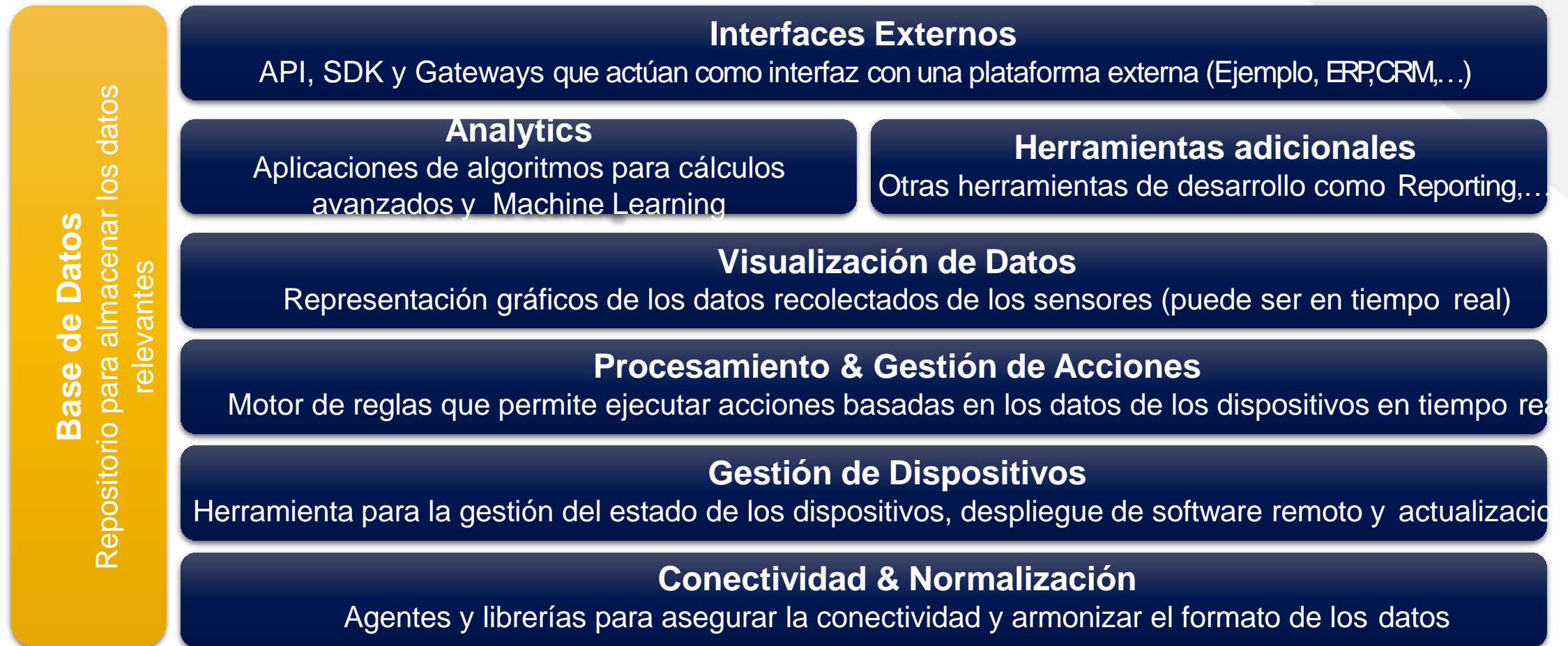
NIVEL INFRAESTRUCTURA CIUDAD

- Optimización de la eficiencia energética en las ciudades (luz, agua,...) gracias al procesamiento de toda la información en la nube
- Regulación de los atascos en tiempo real gracias a tener los vehículos conectados
- Coches autónomos autogestionados por plataf. IoT
- Monitorización de contaminación del aire y la toma de las medidas oportunas automatizadas

NIVEL SERVICIOS

- Monitorización en tiempo real del consumo de gas, agua y luz, que tenemos en nuestro hogar
- Compras online personalizadas a nuestros gustos
- Consultas médicas a distancia y tratamiento de enfermedades a distancia con la recolección de datos sobre nuestra salud a través de la plataforma IoT
- Pej. un cirujano podría poder operar a distancia a un paciente teniendo los dispositivos conectados

4.2 Componentes de una Plataforma IoT



4.2 Componentes de una Plataforma IoT

Módulos genéricos que debe contener una plataforma IoT

- **Módulo de conectividad y normalización:** Librerías que nos va a asegurar que toda la información que nos llega esté armonizada y normalizada. Disponer de unos datos uniformes de todos los dispositivos ayudara al posterior procesamiento
- **Módulo de gestión de dispositivos:** Nos va a permitir ponernos en contacto con todos nuestros dispositivos de manera segura. Podremos desplegar software o actualizaciones de manera remota, añadir nuevos dispositivos, cambiar su estado o darle unos determinados permisos. Módulo implementada en todas las plataformas.
- **Procesamiento y gestión de acciones:** Va a haber un motor de reglas que en base al procesamiento de la información recolectada va a lanzar determinadas acciones. Pej un dispositivo está midiendo el nivel de agua que hay en una piscina, cuando llega a un determinado límite va a hacer que se ejecute una acción: apagar el llenado de la piscina
- **Módulo de visualización de datos:** Representación de todos los datos que estamos recolectando de nuestros sensores. Visualización en casi tiempo real de todo lo que estamos recolectando de los sensores

4.2 Componentes de una Plataforma IoT

- **Módulo Analytics:** Enfocado a la aplicación de algoritmos y cálculos avanzados como machine learning
- **Modulo herramientas adicionales:** Módulo para conectar herramientas de reporting, muy ligado a la visualización de datos.
- **Módulo de interfaces externos:** Módulo que va a ser capaz de conectarse a una plataforma externa como puede ser un ERP o un CRM de nuestra compañía o incluso a un sistema totalmente ajeno como una compañía de terceros que nos permita interactuar con todos nuestros datos
- **Modulo base de datos:** En paralelo, para almacenar los datos que sean relevantes. Gran parte de los datos que van a fluir por nuestra plataforma IoT simplemente lo vamos a querer para poder recolectar y hacer un análisis, pero otros datos de suma importancia querremos además almacenarlos en una base de datos

4.3 Niveles de Análítica: Edge / Fog / Cloud Computing

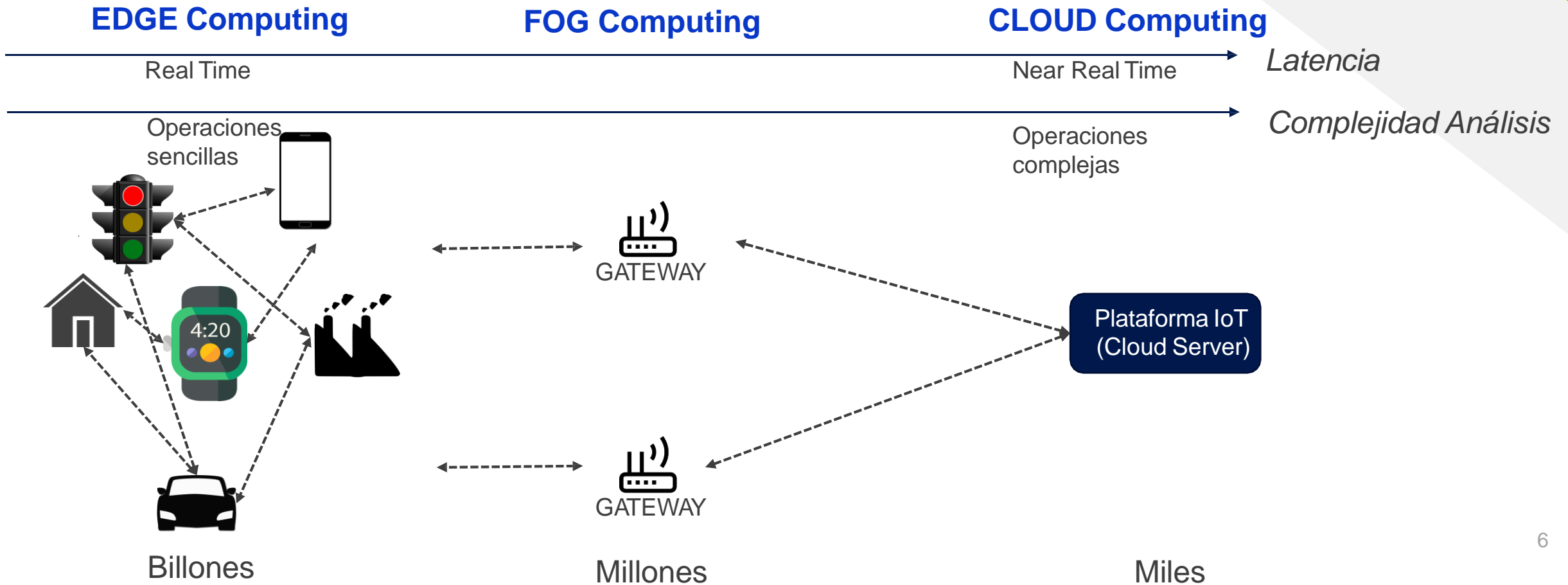
Que significan los niveles de analítica Edge/Fog y cloud computing.

- Punto (capa de red) donde se realiza el procesamiento de la información y análisis
- Depende sobre todo de las necesidades de los tiempos de respuesta, la velocidad para la toma de decisiones, latencia que se necesita, niveles de seguridad y tipo de análisis.

A nivel global tenemos

- Nuestras things van a estar interconectadas entre ellas y además van a estar conectadas a un Gateway. Esos gateways van a estar conectados a una plataforma IoT en la nube.
- A nivel de volumen de entidades, vamos a tener billones de things, millones de gateways y de plataformas de IoT vamos a tener miles.

4.3 Niveles de Análítica: Edge / Fog / Cloud Computing



4.2 Componentes de una Plataforma IoT

Cuál es la diferencia entre Edge/Fog/Cloud Computing.

- **EDGE Computing:** El procesamiento de la información se realiza al nivel de las things, es decir no llega el procesamiento a realizarse en el gateway ni en la plataforma IoT
- **FOG Computing.** Recolectamos información de nuestros dispositivos en el Gateway, y va a ser aquí donde se haga el procesamiento de la información para tomar las decisiones. Se puede llevar la información a la plataforma IoT, pero no para su análisis
- **CLOUD Computing:** Análisis y procesamiento de la información ya en la plataforma IoT. En el caso que se requiera de operaciones más complejas y no nos importe tener un realtime al 100%, nos dirigimos a la plataforma IoT para tomar esas decisiones.

4.2 Componentes de una Plataforma IoT

Qué diferencia hay entre tomar las decisiones en un punto y otro

- **Nivel de latencia:** Si tenemos el procesamiento de la información en los dispositivos vamos a tener un real time del 100%, puesto que no va a haber ningún retraso al enviar los datos a la plataforma y que retornen hasta nuestras things. Conforme movemos el procesamiento hacia la plataforma IoT mayor va a ser la latencia. Hay aplicaciones que una latencia de 1 seg es admisible, pero otras aplicaciones no se pueden permitir tener esta latencia, necesitan tomar acciones en las thing, sin llegar al gateway ni la plataforma
- **Nivel de complejidad del análisis:** Las operaciones complejas se van a tener que hacer en el cloud computing sencillamente por la capacidad de procesamiento y cálculo. Si son operaciones sencillas podríamos hacerla directamente desde nuestras thing, modo Edge computing.

4.4 Protocolos de comunicaciones (HTTP / MQTT / AMQP)

A nivel aplicación los protocolos de comunicación básicamente serían HTTP, MQTT y AMQP

Características necesarias en los protocolos de comunicaciones

- Bidireccional (recopilar datos, enviar comandos), para poder comunicar dos entidades de manera bidireccional. En nuestro caso sería para recopilar datos de nuestras things hacia la plataforma IoT y ésta a su vez enviaría comandos a la acción.
- Debe ser capaz de soportar la emisión de información 1 a muchos (broadcast o multicast). Es muy común que la plataforma IoT en un momento tenga que emitir un mismo mensaje/comando a múltiples things.
- Debe de ser capaz de escuchar de manera activa los eventos de las Things enviando en cualquier momento. Por ejemplo si tenemos una regla definida y se cumple un determinado umbral definido, pues se ejecute la acción correspondiente a esa regla.

4.4 Protocolos de comunicaciones (HTTP / MQTT / AMQP)

1) Protocolo HTTP

- Es un protocolo muy utilizado en Internet que se basa en enviar al servidor una petición GET y leer y procesar la respuesta del servidor.
- Utilizado en IoT pero no es la mejor opción en muchos escenarios. Se ha seguido utilizando simplemente por la universalidad del protocolo HTTP.
- Existe también una alternativa que es COAP similar a HTTP, pero pensado para M2M. Añade la función “observe” que permite al cliente (nuestras things) seguir recibiendo cambios de un recurso solicitado al servidor. En este caso si las things solicitan un recurso a la plataforma IoT, conforme cambia ese recurso, la plataforma IoT seguiría enviando esa información a las things



4.4 Protocolos de comunicaciones (HTTP / MQTT / AMQP)

2) Protocolo MQTT

- MQTT es el acrónimo de MQ Telemetry Transport. Pensado para el Machine to machine
- Mecanismo de transporte de mensajes extremadamente ligero bajo el paradigma de publicación/subscripción. El cliente es generalmente un sensor que “publica” la información al servidor (broker), que recibe la información y envía a los suscriptores. Pej las things se suscriben a una determinada entidad de las plataformas de IoT y todos los dispositivos suscritos a esa entidad estarían recibiendo la publicación de nuestros mensajes, tanto de las things a la plataforma como de la plataforma a las things.
- La comunicación subyacente se basa en TCP y por tanto garantiza la entrega a nivel de capa 4. Cuando se pierde un paquete, se reenvía la información hasta asegurar la entrega
- Al ser un protocolo ligero, las tramas son pequeñas y por tanto el ancho de banda que se necesita es menor. Ideal para uso en entornos restringidos: redes poco fiables, o bajo BW
- Capaz de funcionar en dispositivos embebidos con restricciones de procesador y memoria
- Permite implementar diferentes calidades de servicio. En función de la necesidad de nuestra aplicación y nuestros things podemos aplicar una calidad de servicio concreta.

4.4 Protocolos de comunicaciones (HTTP / MQTT / AMQP)

3) Protocolo AMQP

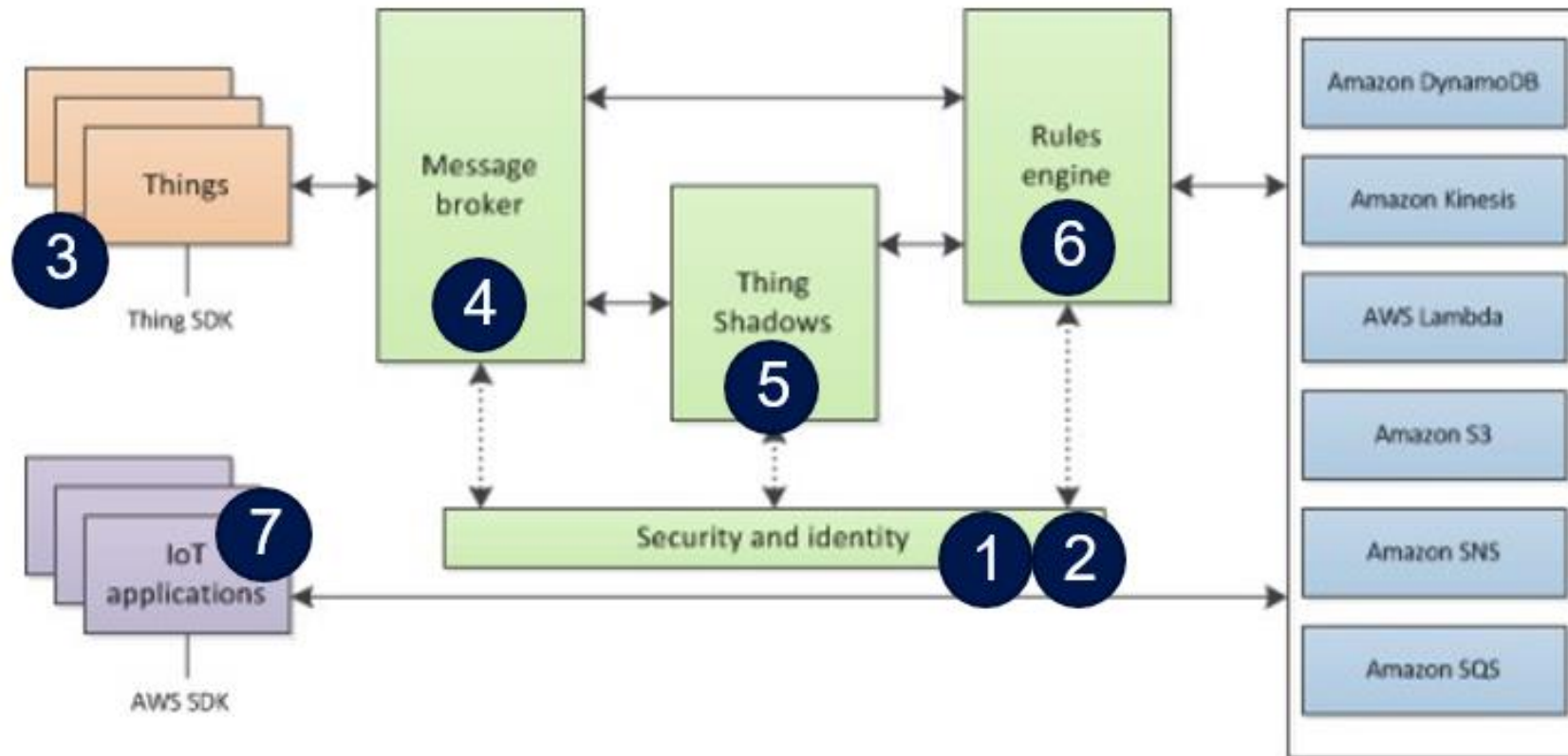
- Protocolo similar a MQTT,
- Orientado a mensajes que proporciona características como el enrutamiento y gestión de colas de mensajes manera optima, en función de la prioridad que tengan las things.
- Desde el punto de vista de la conexión, define varias entidades:
 - **Corredor de mensajes:** Servidor al que se conectan todos los clientes usando AMQP
 - **Usuario:** Entidad que, mediante la presentación de credenciales, puede ser autorizada a conectarse a un corredor.
 - **Conexión:** conexión física usando TCP/IP y ligada a un usuario.
 - **Canal:** conexión lógica que está unida a una conexión. Uniría justamente a la thing con la plataforma IoT



4.5 Plataforma AWS

Esquema global de la plataforma AWS

Vamos a ir viendo su funcionamiento en cada uno de los pasos que tendríamos que dar para poder conectar nuestras things a la plataforma. Esta plataforma ya tiene una serie de servicios en la nube adicionales que podríamos unirlos utilizando sus capacidades en la nube AWS implementa cada uno de los módulos genéricos de la arquitectura de una plataforma IoT



4.5 Plataforma AWS

Funcionamiento plataforma AWS IoT

Vamos a ver los pasos para la configuración dispositivos en AWS IoT (Guía de desarrolladores 1100 páginas): https://docs.aws.amazon.com/es_es/iot/latest/developerguide/iot-gs.html

- 1) Crear un dispositivo en el registro de AWS IoT, en el módulo de seguridad e identidad
- 2) Crear un certificado X.509 en AWS IoT
- 3) Copiar ese certificado en el dispositivo/thing concreto. Para asegurar su autenticación.
- 4) Las “Things” (dispositivos) se comunican con el “Agente de Mensajes” a través de mensajes MQTT para actualizar su estado periódicamente
- 5) Cada dispositivo va a tener asociado una sombra (un gemelo virtual) que almacena y recupera información de estado. Cada elemento de la información de estado tiene dos entradas: el último estado notificado por el dispositivo y el estado deseado solicitado por una aplicación. Una aplicación puede solicitar la información de estado actual de un dispositivo. La sombra responde a la solicitud proporcionando un documento JSON con la información de estado.

4.5 Plataforma AWS

- 6) Motor de reglas. Se crean una serie reglas que definan una o varias acciones que deban ejecutarse en función de los datos que están llegando en mensajes MQTT. Estas reglas van a impactar en el coste que después va a tener la plataforma. Por ejemplo, puede insertar, actualizar o consultar una tabla de DynamoDB o invocar una función Lambda. Cuando una regla coincide con un mensaje, el motor de reglas invoca la acción mediante las propiedades seleccionadas. Estas reglas van a impactar después en el coste que vamos a tener en la plataforma.
- 7) Después crearíamos una aplicación que puede controlar un dispositivo solicitando un cambio de estado. La aplicación iot se pondrá en contacto con la sombra para obtener la información del estado y enviar un mensaje con el estado futuro que se requiere. La sombra acepta la solicitud de cambio de estado, actualiza su información de estado y envía un mensaje para indicar que dicha información se ha actualizado. El dispositivo recibe el mensaje, cambia su estado y, a continuación, notifica su nuevo estado

4.5 Plataforma AWS



Integración de todos los dispositivos (“things”) con el resto de servicios en el CLOUD AWS (Lambda, DynamoDB, S3, Analytics, QuickSight,...) sin tener que administrar ninguna infraestructura

Ejecutar el análisis sobre los datos de IoT y obtener información para tomar mejores decisiones en relación con las aplicaciones de IoT y los casos prácticos de aprendizaje automático



Amazon FreeRTOS



AWS Greengrass



AWS IoT Core



AWS IoT Device Management



AWS IoT Device Defender



AWS IoT Analytics

Permiten conectar de manera segura los dispositivos y actuar sobre los datos en el borde (EDGE / FOG Computing)

Permiten incorporar dispositivos y administrar la seguridad detectando anomalías en el sistema para combatir ataques

4.5 Plataforma AWS



Módulos comerciales AWS

- **Modulo AWS IoT Core.** Integra todos los dispositivos (“things”) con el resto de servicios de la nube de AWS (Lambda, DynamoDB, S3, Analytics, QuickSight,...) sin tener que administrar ninguna infraestructura propia. Todo esta en la nube, y lo que conseguiríamos con el AWS IoT Core es poner todos los módulos de acuerdo para obtener el flujo de datos end2end.
- **Modulos AWS FreeRTOS y AWS Greengrass** que permiten conectar de manera segura los dispositivos y actuar sobre los datos en el borde (**EDGE / FOG Computing**)
- **Módulos AWS IoT Device Management y AWS IoT Device Defender** que permiten incorporar dispositivos y administrar la seguridad detectando anomalías en el sistema para combatir ataques. Esto es muy importante puesto que en el momento que AWS Defender detecta alguna anomalía en el patrón, lanza reglas para intentar combatir todos esos ataques. Punto a favor de AWS aunque en otras plataformas también lo implementan
- **Modulo AWS IoT Analytics:** Ejecuta los análisis sobre los datos que estamos teniendo en la plataforma IoT y toma las mejores decisiones en relación con las aplicaciones IoT, basadas en el aprendizaje automático con nuestros datos.

4.5 Plataforma AWS

Cálculo Costes Plataforma IoT



En el enlace <https://aws.amazon.com/es/iot-core/pricing/> se puede ver la información más actualizada de los costes y el precio de cada una de las plataformas, que va cambiando periódicamente.

The screenshot shows the AWS IoT Core pricing page. The browser address bar displays aws.amazon.com/es/iot-core/pricing/. The AWS logo is in the top left, and navigation links like 'Contacte con nosotros', 'Soporte', 'Español', and 'Mi cuenta' are in the top right. A secondary navigation bar includes 'Productos', 'Soluciones', 'Precios', 'Documentación', 'Aprender', 'Red de socios', 'AWS Marketplace', and 'Habilitación para clientes'. Below this, a specific navigation bar for 'AWS IoT Core' includes 'Información general', 'Servicios de IoT', 'Características', 'Precios' (which is highlighted), 'Recursos', 'Clientes', and 'Socios'. The main content area is titled 'Nivel gratuito de AWS con AWS IoT Core'. It explains that the free tier is available for 12 months from the creation date of the account, after which users must pay for usage. A bulleted list specifies the free tier limits: 2,250,000 minutes of connection, 500,000 messages, 225,000 registration or shadow operations, and 250,000 triggered rules and actions. An example states that the free tier can support a workload of 50 devices, each connected 24 hours a day and exchanging 300 messages per day (5 KB or less).

aws

Contacte con nosotros Soporte ▼ Español ▼ Mi cuenta

Productos Soluciones Precios Documentación Aprender Red de socios AWS Marketplace Habilitación para clientes

AWS IoT Core Información general Servicios de IoT ▼ Características ▼ **Precios** Recursos ▼ Clientes Socios

Nivel gratuito de AWS con AWS IoT Core

El [nivel gratuito de AWS](#) se encuentra disponible para los clientes de AWS IoT Core durante 12 meses a partir de la fecha de creación de la cuenta. Cuando el uso de la aplicación supere el nivel de uso gratuito como se indica a continuación, tiene que pagar las tarifas de precios de AWS IoT Core.

- 2 250 000 minutos de conexión
- 500 000 mensajes
- 225 000 operaciones de registro o sombra de dispositivos
- 250 000 reglas desencadenadas y 250 000 acciones aplicadas

Por ejemplo, el nivel gratuito de AWS ayuda a ejecutar una carga de trabajo con 50 dispositivos, en la que cada dispositivo:

- Se conecte 24 horas al día
- Intercambie 300 mensajes por día (tamaño de los mensajes de 5 KB o menos)

4.5 Plataforma AWS

Cálculo Costes Plataforma IoT



- Es un pago sin tarifa mínima ni un servicio obligatorio. El Coste está en función de:
 - 1) **Conectividad:** Tiempo total de conexión de todos los dispositivos que tengamos conectadas a la plataforma AWS IoT Core. Los precios son por cada millón de minutos. Aquí tenemos, para cada territorio, el precio por millón de minutos, teniendo en cuenta la totalidad de los dispositivos.

Si por ejemplo tenemos un dispositivo conectado 100 minutos y escalamos nuestra solución a 1000 dispositivos, tendríamos $100 \times 1000 = 100000$ minutos que tendríamos que dividirlo entre el millón de minutos para obtener el cálculo final.

EE.UU. Este	EE.UU. Este	EE.UU. Oeste	AWS GovCloud	UE	UE	UE	APAC	APAC	APAC	APAC	APAC
(Norte de Virginia)	(Ohio)	(Oregón)	(EE.UU.)	(Irlanda)	(Fráncfort)	(Londres)	(Mumbai)	(Sídney)	(Seúl)	(Tokio)	(Singapur)
0,080 USD	0,080 USD	0,080 USD	0,100 USD	0,080 USD	0,096 USD	0,096 USD	0,092 USD	0,132 USD	0,096 USD	0,120 USD	0,132 USD

4.5 Plataforma AWS

Cálculo Costes Plataforma IoT



2) **Mensajería:** Siguiendo punto a tener en cuenta para el precio. Son todos los mensajes de datos que se intercambian entre las things y el AWS IoT Core. Va a haber que pagar por cada millón de mensajes de 5 kB. Si nuestro mensaje fuera de 8 kB, lo va a computar como dos mensajes. Vemos todos los escalones que hay de precio por el volumen total de mensaje en cada uno de los territorios.

Volumen mensual de mensajes	EE.UU. Este (Norte de Virginia)	EE.UU. Este (Ohio)	EE.UU. Oeste (Oregón)	AWS GovCloud (EE.UU.)	UE (Irlanda)	UE (Fráncfort)	UE (Londres)	APAC (Mumbai)	APAC (Sídney)	APAC (Seúl)	APAC (Tokio)	APAC (Singapur)
Hasta mil millones de mensajes	1,00 USD	1,00 USD	1,00 USD	1,20 USD	1,00 USD	1,20 USD	1,20 USD	1,05 USD	1,65 USD	1,20 USD	1,50 USD	1,65 USD
Siguientes 4 mil millones de mensajes	0,80 USD	0,80 USD	0,80 USD	0,96 USD	0,80 USD	0,96 USD	0,96 USD	0,84 USD	1,32 USD	0,96 USD	1,20 USD	1,32 USD
Más de 5 mil millones de mensajes	0,70 USD	0,70 USD	0,70 USD	0,84 USD	0,70 USD	0,84 USD	0,84 USD	0,74 USD	1,16 USD	0,84 USD	1,05 USD	1,16 USD

4.5 Plataforma AWS

Cálculo Costes Plataforma IoT



3) **Registro y Sombra de Dispositivos:** La sombra almacena el estado del dispositivo (tanto real como deseado) va a requerir una serie de operaciones para hacer todo ese intercambio de información. AWS va a cobrar por el numero de sobras y el registro para nombrarlas y administrarlas. El coste se mide en millón de operaciones de 1 kB. Si la operación fuera de 1,5 kb computaría como dos operaciones. Este sería el precio en cada uno de los territorios

EE.UU. Este	EE.UU. Este	EE.UU. Oeste	AWS GovCloud	UE	UE	UE	APAC	APAC	APAC	APAC	APAC
(Norte de Virginia)	(Ohio)	(Oregón)	(EE.UU.)	(Irlanda)	(Fráncfort)	(Londres)	(Mumbai)	(Sídney)	(Seúl)	(Tokio)	(Singapur)
1,25 USD	1,25 USD	1,25 USD	1,50 USD	1,25 USD	1,50 USD	1,50 USD	1,31 USD	1,75 USD	1,50 USD	1,75 USD	1,88 USD

4.5 Plataforma AWS

Cálculo Costes Plataforma IoT



4) **Motor de Reglas:** El uso del motor de reglas se computa cada vez que se dispara una regla (es decir cada vez que utilizamos el motor de reglas) y en función también del número de acciones ejecutadas dentro de una regla, con un mínimo de una acción por regla. El precio del motor de reglas (por millón de reglas disparadas/por millón de acciones ejecutadas de 5 kB). Aquí tenemos los precios por todas las reglas disparadas y por todas las acciones ejecutadas. Hay una granularidad muy pequeña en cuanto a todo el precio AWS: por una parte puede ser lo más justo de manera de tarificar pero puede ser algo más complejo de ver el precio real que vamos a tener por la plataforma

	EE.UU. Este (Norte de Virginia)	EE.UU. Este (Ohio)	EE.UU. Oeste (Oregón)	AWS GovCloud (EE.UU.)	UE (Irlanda)	UE (Fráncfort)	UE (Londres)	APAC (Mumbai)	APAC (Sídney)	APAC (Seúl)	APAC (Tokio)	APAC (Singapur)
Reglas disparadas	0,15 USD	0,15 USD	0,15 USD	0,18 USD	0,15 USD	0,18 USD	0,18 USD	0,158 USD	0,248 USD	0,18 USD	0,225 USD	0,248 USD
Acciones ejecutadas	0,15 USD	0,15 USD	0,15 USD	0,18 USD	0,15 USD	0,18 USD	0,18 USD	0,158 USD	0,248 USD	0,18 USD	0,225 USD	0,248 USD

4.5 Plataforma AWS

Cálculo Costes Plataforma IoT



EJEMPLO

- Servicio AWS es gratuito si no se superan unos límites de uso → consultar URL
- 100 000 dispositivos mantienen una conexión constante a AWS IoT Core durante un período de 30 días. Diariamente, cada dispositivo intercambia 325 mensajes de un tamaño de 1 KB. De los 325 mensajes intercambiados, 100 disparan una actualización de sombra de dispositivo y 200 disparan una regla que ejecuta una acción. Los cargos se calcularían de la siguiente manera:

CARGOS DE CONECTIVIDAD

- Minutos de conexión = $100\,000 \text{ conexiones de dispositivos} * 60 \text{ minutos/hora} * 24 \text{ horas/día} * 30 \text{ días} = 4\,320\,000\,000 \text{ minutos de conexión}$
- Cargos de conectividad = $4\,320\,000\,000 \text{ minutos de conexión} * 0,08 \text{ USD}/1\,000\,000 \text{ minutos de conexión} = 345,60 \text{ USD al mes por cargo conectividad}$

4.5 Plataforma AWS

Cálculo Costes Plataforma IoT



CARGOS DE MENSAJERÍA

- Mensajes = $100\,000 \text{ dispositivos} * 325 \text{ mensajes}/(\text{dispositivo} * \text{día}) * 30 \text{ días} = 975\,000\,000 \text{ mensajes}$
- Cargos de mensajería = $975\,000\,000 \text{ mensajes} * 1,00 \text{ USD}/1\,000\,000 \text{ mensajes} = 975,00 \text{ USD al mes}$

CARGOS DE REGISTRO Y SOMBRA DE DISPOSITIVOS

- Solicitudes de sombras de dispositivos = $100\,000 \text{ dispositivos} * 100 \text{ solicitudes}/(\text{dispositivo} * \text{día}) * 30 \text{ días} = 300\,000\,000 \text{ solicitudes}$
- Como el tamaño de la sombra del dispositivo es inferior a 1 KB, se redondea al KB más cercano (1 KB), solamente sería una operación concreta.
- Cargos por sombras de dispositivos = $300\,000\,000 \text{ de solicitudes} * 1,25 \text{ USD}/1\,000\,000 \text{ de operaciones} = 375,00 \text{ USD mensuales para este concepto}$

4.5 Plataforma AWS

Cálculo Costes Plataforma IoT



CARGOS DEL MOTOR DE REGLAS

- Reglas disparadas = $100\,000 \text{ dispositivos} * 200 \text{ reglas disparadas}/(\text{dispositivo} * \text{día}) * 30 \text{ días} = 600\,000\,000 \text{ de reglas disparadas}$
- Acciones ejecutadas = $600\,000\,000 \text{ de reglas disparadas} * 1 \text{ acción ejecutada/regla disparada} = 600\,000\,000 \text{ de acciones ejecutadas}$
- Cargos de reglas = $600\,000\,000 \text{ de reglas disparadas} * 0,15 \text{ USD}/1\,000\,000 \text{ de reglas disparadas} = 90,00 \text{ USD}$
- Cargos de acciones = $600\,000\,000 \text{ de acciones ejecutadas} * 0,15 \text{ USD}/1\,000\,000 \text{ de acciones ejecutadas} = 90,00 \text{ USD}$
- Cargos totales del motor de reglas = $90,00 \text{ USD} + 90,00 \text{ USD} = 180,00 \text{ USD al mes}$

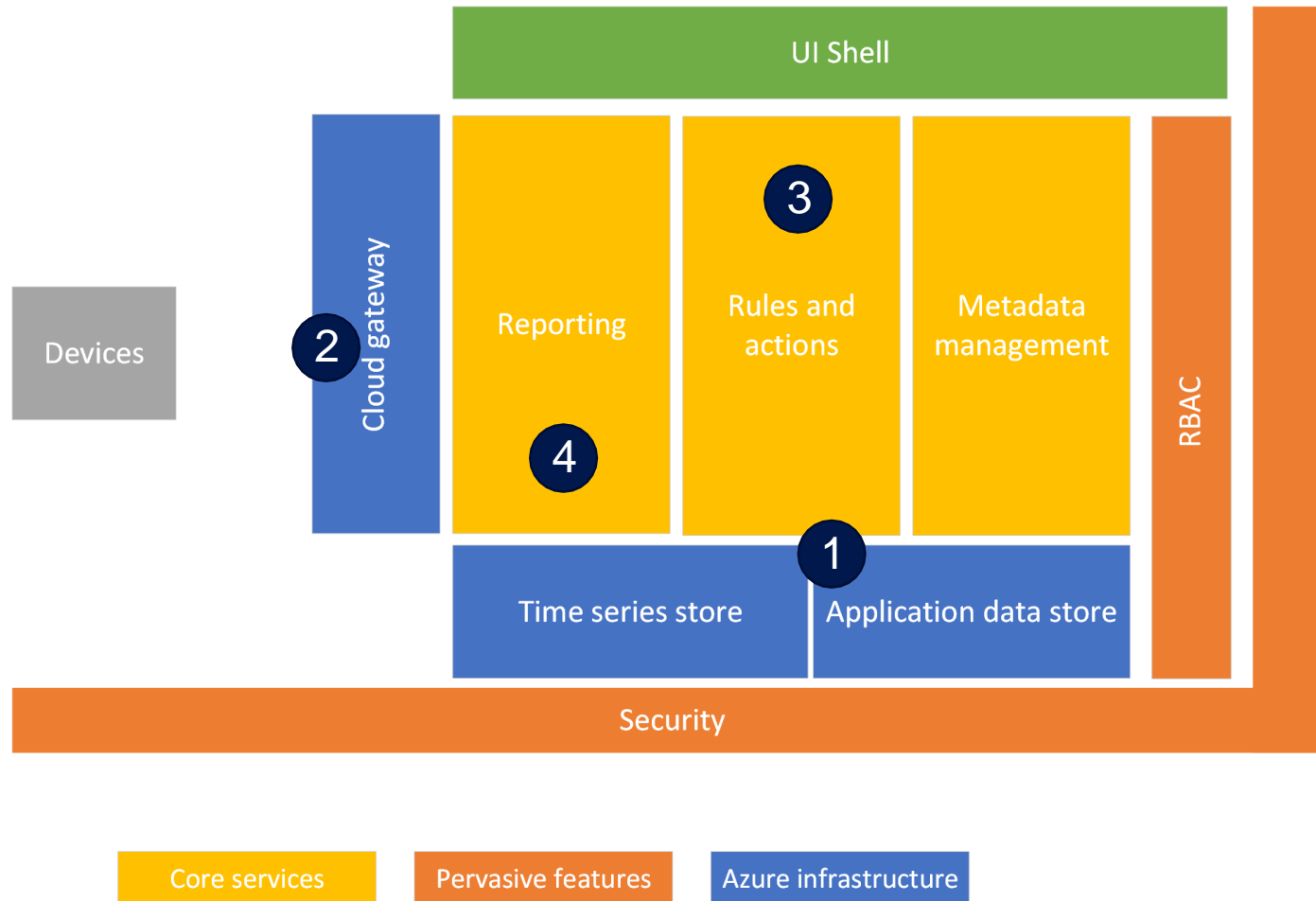
COSTE TOTAL

- Cargos totales: $346,6 \text{ USD} + 975,00 \text{ USD} + 375 \text{ USD} + 180 \text{ USD} = 1876,60 \text{ UDS}$
- Para este escenario concreto el cálculo es muy complejo pero por otra parte está muy desglosado. Tener el detalle ayuda a ajustar el uso concreto que le damos a la plataforma.

4.6 Plataforma Azure



Arquitectura global de la plataforma de Azure. Es bastante parecida a la de AWS.



4.6 Plataforma Azure



Funcionamiento plataforma Azure IoT

- 1) Crear una aplicación de Azure IoT Central
- 2) Definición de un nuevo tipo de dispositivo en la aplicación concreta y vincularlo a partir de certificados X.509 utilizando IoT Hub para la administración de dispositivos e ingesta y normalización de todos los datos que nos llegan de las things.
- 3) Crear reglas y agregar acciones, muy similar a lo que hemos comentado hasta el momento. Por ejemplo, si la temperatura supera un umbral, desencadenar una acción definida como encender aire acondicionado.
- 4) Tendríamos una parte de reporting para poder personalizar la visualización de los datos que queremos. Es algo muy similar a lo que ofrece hasta ahora AWS.

Es bueno intentar mapear la arquitectura de las plataformas Azure y AWS IoT global, con cada uno de los bloques de la arquitectura genérica que hemos visto al inicio del bloque. Tienen un mapeo bastante directo.

4.6 Plataforma Azure



En la plataforma de Microsoft Azure IoT también hay una guía de configuración online:

- <https://docs.microsoft.com/es-es/azure/iot-central/quick-deploy-iot-central>
- <https://docs.microsoft.com/es-es/azure/iot-central/concepts-connectivity>

Permite al developer aprender a configurar sus things y a incorporarlos a la plataforma de IoT

This screenshot shows the Microsoft Learn page for the article 'Inicio rápido: Uso del smartphone como dispositivo para enviar telemetría a una aplicación de IoT Central'. The page is in Spanish and includes a navigation bar with 'Microsoft Learn' and 'Documentación'. The main content area features the article title, a list of steps (1. Conexión del primer dispositivo, 2. Configuración de reglas y acciones, 3. Exportación de datos), and a sidebar with 'Recursos adicionales' and 'Documentación'. A 'Descargar PDF' button is visible at the bottom left.

This screenshot shows the Microsoft Learn page for the article 'Documentación de Azure IoT Central'. The page is in Spanish and includes a navigation bar with 'Microsoft Learn' and 'Documentación'. The main content area features the article title, a brief description of Azure IoT Central, and a list of steps (1. Conexión del primer dispositivo, 2. Configuración de reglas y acciones, 3. Exportación de datos). The page also includes sections for 'Introducción', 'Preguntas frecuentes', and 'Conectar dispositivos'. A 'Cuenta gratuita' button is visible at the top right.

4.6 Plataforma Azure

Cálculo Costes Plataforma IoT



Enlace donde se pueden ver los precios detallados.

<https://azure.microsoft.com/es-es/pricing/details/iot-hub/>

VPN CASHBACK azure.microsoft.com/es-es/pricing/details/iot-central/

Azure Explorar Productos Soluciones Precios Asociados Recursos

Búsqueda Aprender Soporte Hable con ventas Cuenta gratuita Iniciar sesión

Página principal / Precios de Azure / Precios de Azure IoT Central

Precios de Azure IoT Central

Solicitar un presupuesto Pruebe Azure gratis

Información general Tabla de precios Opciones de compra Recursos Preguntas más frecuentes Más

Pasar de la prueba de concepto a la prueba de valor

No permita que la complejidad de los precios de una solución de IoT se convierta en un obstáculo. Experimente la flexibilidad y la simplicidad de tener varios planes de tarifa entre los que elegir para satisfacer sus necesidades cambiantes.

4.6 Plataforma Azure

Cálculo Costes Plataforma IoT



- En la plataforma de Azure en cuanto al cálculo de coste se enfoca de manera diferente de la AWS.
- El pago está en función del número de dispositivos conectados y mensajes adicionales sobre los inicialmente incluidos. Por cada dispositivo conectado que estoy pagando ya va a estar incluido un determinado volumen de mensajes, que si no se sobrepasa, no se haría ningún cargo adicional.
 - **Número de dispositivos conectados:** El número de dispositivos tiene estos escalones. En función de si el escalón es mayor, el precio del dispositivo será más bajo. Además incluiría cada dispositivo hasta 50000 mensajes al mes.

Precios por dispositivo¹

(Cada dispositivo incluye 50.000 mensajes al mes)

0 - 5

Gratis

6 - 1.000

€1,7 por dispositivo/mes

1.001 - 10.000

€1,3 por dispositivo/mes

10.001 - 100.000

€0,9 por dispositivo/mes

100.001+

€0,5 por dispositivo/mes

4.6 Plataforma Azure

Cálculo Costes Plataforma IoT



- **Mensajería:** El precio de los dispositivos conectados incluye 50.000 mensajes/mes, en caso de superarse ese límite hay un cargo adicional, que sería estos 4,2 euros por cada millón de mensajes adicionales. A tener en cuenta que el tamaño máximo del mensaje es 1 kB, si un dispositivo envía un mensaje de 4,5 kB se consideran 5 mensajes. El enfoque en cuanto a tarificación es bastante diferente al de AWS. En función del caso de uso o va a salir mucho más barato con una solución u otra.

Precios por mensaje adicional ²	por 1 millón de mensajes	€4,217
--	--------------------------	--------

4.6 Plataforma Azure

Cálculo Costes Plataforma IoT



Ejemplo 1: Mismo ejemplo analizado en el AWS

100 000 dispositivos conectados a la plataforma Azure IoT Central durante un período de 30 días. Diariamente, cada dispositivo intercambia 325 mensajes de un tamaño de 1 KB. Los cargos se calcularían de la siguiente manera:

- Precio dispositivos = $100001 \text{ disp.} * 0,5 \text{ €/disp.} = \mathbf{50000,5\text{€/mes}}$

Hemos puesto un numero de 100001 puesto que hay un salto justo después de los 100000 que baja bastante el precio

- Precio mensajes $\rightarrow 325 \text{ mensajes/día} * 30 \text{ días} = 9750 \text{ mensajes/mes} \rightarrow$
Como están por debajo de los 50000 estaría el precio de los mensajes incluido en el precio anterior de los dispositivos, que ya es bastante elevado.

→ Esta solución en AWS nos había salido inferior a los 1000 euros/mes por tanto en este escenario concreto saldría muchísimo más barata la solución de W.S.

4.6 Plataforma Azure

Cálculo Costes Plataforma IoT

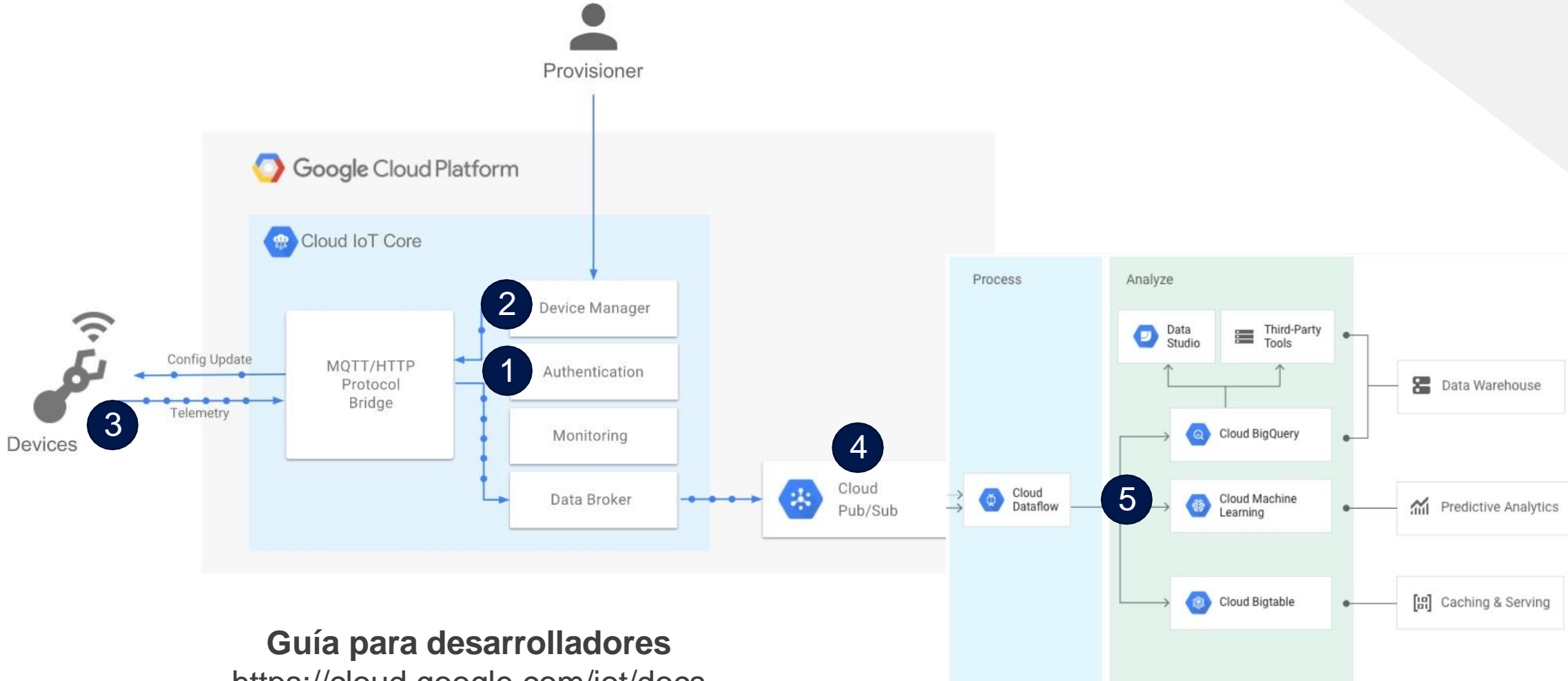


Ejemplo 2:

1000 dispositivos mantienen una conexión constante a Azure IoT Core durante un período de 30 días. Diariamente, cada dispositivo intercambia 500 mensajes de un tamaño de 5 kB. Los cargos se calcularían de la siguiente manera:

- Precio dispositivos = 1000 disp. * 0,9 €/disp. = **900€/mes**
- Precio mensajes → 500 mensajes/día * (5 kB / 1 kB) * 30 días = 45000 mensajes/mes
→ Incluido en el precio de dispositivos, puesto que no superan los 50000 mensajes por dispositivo
- El precio global serían 900 euros al mes en la plataforma Azure.
- Si hace ese mismo cálculo en la plataforma de AWS probablemente salga un coste superior a la plataforma Azure.
- En base a nuestro caso de uso, al uso de la información concreta y también el cálculo de coste en base a nuestro escenario, se debe ver la plataforma con la que nos sentimos más cómodo y que mas se ajusta a nuestras necesidades

4.7 Plataforma Google Cloud IoT



Guía para desarrolladores
<https://cloud.google.com/iot/docs>

/

4.7 Plataforma Google Cloud IoT



Funcionamiento plataforma Google Cloud IoT

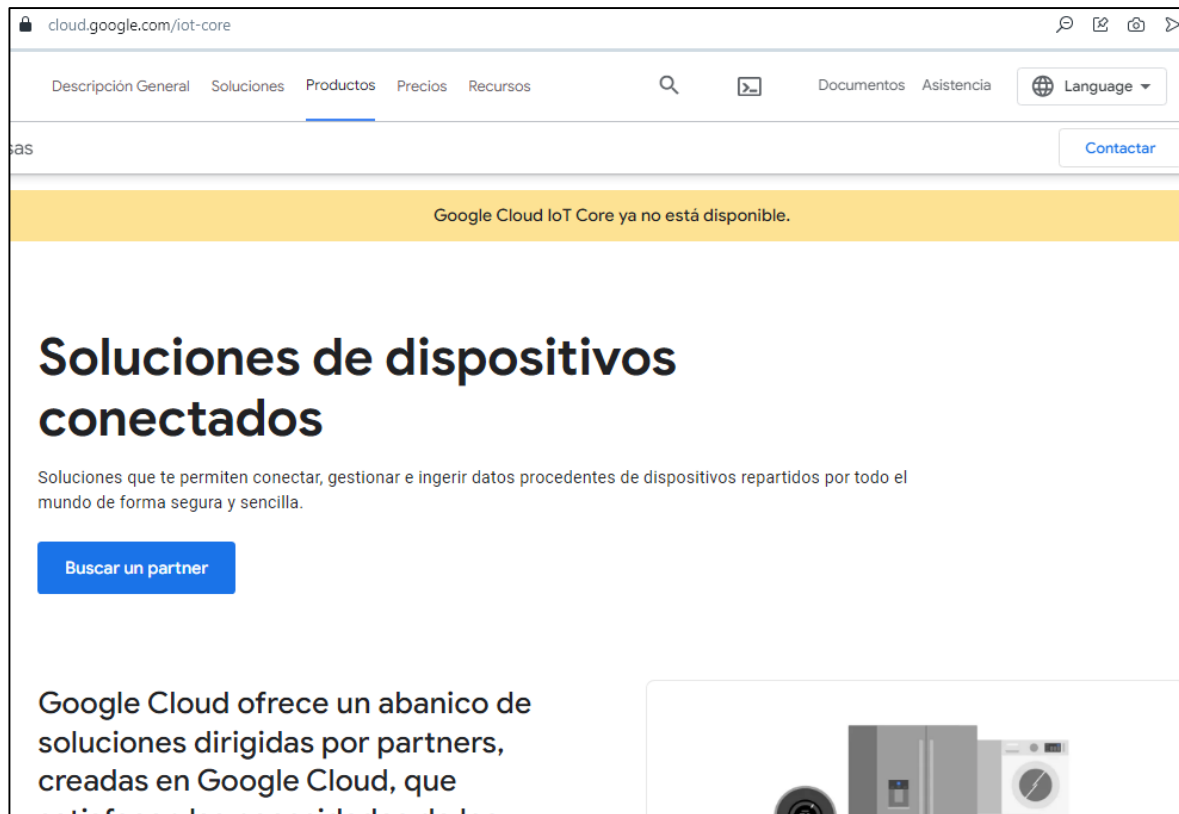
Tenemos una configuración muy similar a la de las plataformas anteriores.

- 1) Crear proyecto en Google Cloud con los certificados concretos a través del módulo de autenticación de Google Cloud Platform.
- 2) Crear los dispositivos (Things) en el proyecto Cloud, a través del Device Manager
- 3) Con dispositivos creados y los certificados generados configuraremos todos los dispositivos con las credenciales oportunas y con la información del proyecto para que comiencen a publicar datos en esta plataforma de cloud IoT
- 4) El “Cloud Pub/Sub” es la entidad que gestiona los mensajes que envían las things suscritas a nuestro proyecto, para enviarlos a Cloud Dataflow
- 5) Cloud Dataflow procesa esos mensaje y los envía a cada uno de los servicios en la nube que tenemos de Google, como por ejemplo Cloud BigQuery para el almacenamiento de los datos o Cloud Machine Learning para el análisis predictivo de la información



4.7 Plataforma Google Cloud IoT

- Google tiene un enorme potencial pero su plataforma IoT y su documentación relativa está por detrás aún de la plataforma de Amazon y de Microsoft.
- Enlace a la guía para desarrolladores para configurar la plataforma de Google y las things que queramos conectar a la plataforma → <https://cloud.google.com/iot/docs/>



Aunque esta guía para desarrolladores cada vez está más completa y hay más información, está un poco por debajo de la documentación que ofrece AWS y Azure



Google Cloud Platform

4.7 Plataforma Google Cloud IoT

- Calculadora que ofrece Google Cloud para el cálculo de los costes en su plataforma
- La tarifa a pagar a Google Cloud Platform es totalmente diferente de sus competidores.
- <https://cloud.google.com/products/calculator#id=9ac00de6-4792-4672-95e7-be57065e820c>

The screenshot displays the Google Cloud Pricing Calculator interface. The browser address bar shows the URL: cloud.google.com/products/calculator#id=9ac00de6-4792-4672-95e7-be57065e820c. The page header includes navigation links: Descripción General, Soluciones, Productos, Precios, Recursos, Documentos, Asistencia, and a language selector set to Español. The main heading is "Google Cloud Pricing Calculator" with a note: "Prices are up to date. Last update: 21-November-2023". Below the heading is a row of product categories: COMPUTE ENGINE, GKE STANDARD, GKE ENTERPRISE, BACKUP FOR GKE, CLOUD TPU, CLOUD WORKSTATION, ALLOYDB, and ALLOYDB OMNI. A search bar is present with the text "Search for a product you are interested in". The left sidebar shows configuration options for "Instances": "Number of instances *" (set to 1), "What are these instances for?" (set to "Free: Debian, CentOS, CoreOS, Ubuntu or BYOL (Bring Your Own License)"), "Operating System / Software" (set to "Free: Debian, CentOS, CoreOS, Ubuntu or BYOL (Bring Your Own License)"), "Provisioning model" (set to "Regular"), and "Regular". The right panel shows the "Estimate" for "IoT Core" in USD, with a total estimated cost of USD 66.38 per 1 month. The "Total Data Exchanged" is 15,000,000 MiB. At the bottom of the right panel are icons for print, email, copy, and download.

4.7 Plataforma Google Cloud IoT

Cálculo Costes Plataforma IoT



- Pago en función del volumen de datos intercambiados, no por dispositivo, no por tipo de mensaje o por regla.
 - **Mensajería:** Se computa el volumen total de los mensajes intercambiados entre las “Things” y la plataforma IoT, teniendo en cuenta que el tamaño mínimo es de un 1kB. Si el mensaje es de menor tamaño a 1kB se computaría por este tamaño mínimo.

NIVEL	PRECIO	VOLUMEN DE DATOS (AL MES)
Gratis	0,00 \$	Primeros 250 MB
Estándar	0,0045 \$ por MB	De 250 MB a 250 GB
	0,0020 \$ por MB	De 250 GB a 5 TB
	0,00045 \$ por MB	5 TB y más

- Si por ejemplo tenemos un volumen de datos entre 250 Gigabyte y 5 terabytes, el precio que tendríamos que calcular sería 0,0020 dólares por megabyte.

4.7 Plataforma Google Cloud IoT










Cálculo Costes Plataforma IoT



- **Ejemplo:** 100 000 dispositivos se conecta a la plataforma Google Cloud IoT durante un período de 30 días. Diariamente, cada dispositivo intercambia 325 mensajes de un tamaño de 1 kB. Los cargos se calcularían de la siguiente manera:
 - Precio mensajes $\rightarrow 325 \text{ mensajes/día} * 30 \text{ días} * 1 \text{ kB} * 100.000 \text{ dispositivos} = 975 \text{ GB} \rightarrow$ Estaríamos en el escalón 0,002 \$/MB \rightarrow
Precio mensajes = $975.000 \text{ MB} * 0,002 \text{ $/MB} = 1950 \text{ €/mes}$
- Es un precio bastante similar al de AWS

Puede haber disparidad de costes en función del escenario concreto o entre el precio que conllevan unas plataformas u otras

4.8 Comparativa final Plataformas IoT

	Protocolos	Plataformas certificadas	Seguridad / Autenticación	Documentación configuración	Precios
	HTTP, MQTT	Broadcom, Marvell, Renesas, Texas Instruments, Microchip, Intel, Mediatek, Qualcomm, Seeed, BeagleBoard 	TLS / X.509	Muy buena 	Precio por conectividad, mensajes, operaciones y reglas
	HTTP, AMQP, MQTT	Intel, Raspberry Pi, Freescale, Texas Instruments, MinnowBoard, BeagleBoard, Seeed, resin.io 	TLS / X.509	Muy buena 	Precio por dispositivos y mensajes
	HTTP, MQTT	Beaglebone, Raspberry Pi, Arduino series, boards from Particle, Adafruit Feather, Intel, Microchip, NXP semiconductors, Sierra Wireles,... 	TLS / X.509	Buena 	Precio por volumen de datos

4.8 Comparativa final Plataformas IoT

Para la comparativa vamos a tener en cuenta qué protocolos se utilizan, qué plataformas hay certificadas en las tres plataformas IoT que hemos visto, la seguridad y autenticación que se usa en cada una de ellas, la documentación de la configuración y los precios

Plataforma AWS

- Protocolos que utiliza HTTP y MQTT
- Muchas plataformas certificadas (Broadcom, Microchip, Texas, etc). AWS vende que tiene 100% de compatibilidad con todas las plataformas certificadas de IoT
- Seguridad y autenticación: Utiliza seguridad con protocolo TLS y certificados X.509 para la autenticación con los dispositivos
- Documentación de la configuración. Es muy buena. En el manual de 1100 páginas que existe, se ve al mínimo detalle como poder configurar nuestra plataforma.
- Los precios se calculan por la conectividad, por los mensajes intercambiados, por las operaciones concretas y por las reglas y acciones que se activen en nuestra solución IoT

4.8 Comparativa final Plataformas IoT

Plataforma Azure

- Protocolo: HTTP, AMQP y MQTT
- Plataformas certificadas: Tiene una infinidad de plataformas que van variando paulatinamente y se van incrementando el nº de plataformas certificadas.
- Seguridad: Igual que AWS, TLS con X 509
- Documentación muy buena. Microsoft ha dado grandes pasos en cuanto a la documentación paso a paso para configurar su plataforma IoT
- Precios: por dispositivo y por mensaje intercambiados, indicando que hay un volumen de mensajes que está dentro del precio de los dispositivos. Si no superamos el número de mensajes no tendríamos ningún cargo adicional

4.8 Comparativa final Plataformas IoT

Plataforma Google Cloud

- Protocolo HTTP, MQTT
- Tiene un sinfín de plataformas certificadas. Es la plataforma que tiene más partners certificados
- Seguridad autenticación: La misma que el resto de competidores TLS y X.509
- Documentación. Es buena pero está por detrás de Azure aunque paulatinamente también va creciendo
- Precio de la plataforma va en función del volumen de datos

4.8 Comparativa final Plataformas IoT

Otras Plataformas

- Sólo hemos revisado aquí tres de las plataformas líderes para Internet of Things, pero hay una multitud de plataformas
- Hay ahora mismo más de 400 plataformas diferentes. Podemos incluir:
 - IBM Watson
 - Cisco IoT Cloud
 - Salesforce IoT
 - Kaa (free open source IoT platform)
- Tienen una funcionalidad un poco más restringida, no tienen tanta capacidad como las tres detalladas anteriormente pero puede ser una buena alternativa para una solución totalmente gratuita en la nube